DER PRAKTISCHE FUNKAMATEUR

5

Harry Brauer

Vorsatzgeräte für den Kurzwellenempfang

Der praktische Funkamateur · Band 5 · Vorsatzgeräte für den Kurzwellenempfang

HARRY BRAUER

Vorsatzgeräte für den Kurzwellenempfang



VERLAG SPORT UND TECHNIK · 1959

Vorwort

Mancher Freund des Amateurfunks hat sich bisher nicht entschließen können, einen leistungsfähigen Spezialempfänger für die Kurzwellenbereiche selbst anzufertigen, sei es aus Mangel an Vertrauen in das eigene technische Vermögen oder das handwerkliche Können, sei es auch aus materiellen Gründen.
Ihnen will die vorliegende Broschüre Ratgeber sein und den Schritt zum Amateurfunk erleichtern. Doch auch mancher erfahrene Amateurfunker wird wertvolle Hinweise zur Verbesserung seiner eigenen Praxis finden.
Die vorliegende Arbeit zeigt Wege, wie mit Hilfe von Zusatzgeräten, sogenannten Vorsetzern, die handelsüblichen Rundfunkempfänger ohne jeden Eingriff in das oft wertvolle Gerät für den Amateurfunk ausgenutzt werden können. Es wird ferner entwickelt, wie der Vorsetzer unter Verwendung handelsüblichen Materials zum kompletten KW-Gerät ausgebaut werden kann.
Die dargestellten Geräte wurden praktisch erprobt. Die Beschreibungen sind ausführlich gehalten und mit vielen Bildern versehen. Deshalb dürften Schwierigkeiten oder Mißerfolge beim Nachbau kaum auftreten.
Möge das vorliegende Bändchen dazu beitragen, dem Amateurfunk der Gesellschaft für Sport und Technik neue aktive Freunde zu gewinnen.

Neuenhagen, den 8. Oktober 1959

Verfasser und Verlag

1. EINFÜHRUNG

1.1 Der Empfang kurzer Wellen

Der Empfang kurzer Wellen ist besonders reizvoll. Mit einfachsten Empfangsgeräten ist es möglich, zu bestimmten Zeiten Sender von allen Punkten der Erde aufzunehmen. Auf dem Mittel- oder gar dem Langwellenbereich ist das nicht der Fall. Hier sind wir gewöhnt, tagsüber kaum über Deutschland und angrenzende Gebiete und nachts nicht über Mitteleuropa empfangsmäßig hinauszukommen. Der weltweite Funkverkehr im Kurzwellenbereich dagegen ist durchaus nicht auf die Nachtstunden beschränkt; im Gegenteil, häufig ist gerade tagsüber guter Übersee-Empfang möglich.

Entdeckt wurde die Brauchbarkeit der Kurzwellen 1921 durch Amateure, die sich mit dem Bau und dem Betrieb von KW-Empfangs- und Sendegeräten beschäftigten. Ihnen überließ man in der Annahme, daß die kurzen Wellen für den kommerziellen Funkverkehr unbrauchbar sind, uneingeschränkt den gesamten KW-Bereich. Als aber die ersten transatlantischen Funkverbindungen mit lächerlich kleinen Sendeleistungen erfolgten, erschienen in der Folgezeit immer mehr Kurzwellensender von Behörden, Polizei, Presse- und Rundfunkgesellschaften auf den Kurzwellenbändern.

Leider ist die Einstellung der Kurzwellensender recht kritisch. Allzuleicht dreht man über schwache Sender hinweg, und oft genügt eine Berührung des Empfangsgerätes, um die eben eingestellte ferne Station unauffindbar wieder zu verlieren. Die Ursache hierfür ist in dem unterschiedlichen Umfang der einzelnen Bereiche und der für den Mittelwellenempfang eingerichteten Feineinstellung normaler Empfänger zu suchen. Während der Langwellenbereich von 150 bis 450 kHz (670 bis 2000 m), der Mittelwellenbereich von 500 bis 1600 kHz (187 bis 600 m) reicht, umfaßt der Kurz-

wellenbereich 6000 bis 20 000 kHz (15 bis 50 m). Bild 1 vermittelt einen Eindruck von diesen Verhältnissen.



Bild 1. Breite der einzelnen Wellenbereiche

Auch wenn der Kurzwellenbereich bei einigen Rundfunkgeräten auf drei Bänder aufgeteilt ist, wird noch keine grundsätzliche Besserung erzielt. Legt man für den Abstand eines Senders zum anderen eine Breite von 10 kHz zugrunde, würden auf einer 30 cm langen Skala auf jeden Zentimeter im Langwellenbereich ein Sender, im Mittelwellenbereich drei Sender und im Kurzwellenbereich 45 Sender, bzw. bei Bandaufteilung in drei Bereiche immer noch 15 Sender je Band erscheinen. Eine auch nur einigermaßen genaue Skaleneichung auf Kurzwelle und eine reproduzierbare Einstellung sind damit natürlich unmöglich. Leider können auch einige spezielle Amateurbereiche mit normalen Rundfunkgeräten überhaupt nicht aufgenommen werden. So fehlen meist das 80-m-Band und die Bereiche zwischen 10 m und 14 m. Aber gerade hier bieten sich Gelegenheiten für die interessantesten Beobachtungen. Auf dem 80-m-Amateurband spielt sich zu jeder Tages- und Nachtzeit der innerdeutsche und mitteleuropäische Verkehr in Telefonie und Telegrafie ab. Auf 10 m und 14 m ist bei günstigen Ausbreitungsverhältnissen der Empfang von Überseestationen bei sehr guten Lautstärken möglich.

1.2 Die Amateurfunkbereiche

Die Amateurbänder liegen so, daß sowohl einwandfreier Nahverkehr (80 m und 40 m) als auch Weiterverbindungen (40 m bis 10 m) möglich sind. Die Bänder sind über das weite KW-Band verteilt (Bild 2) und umfassen folgende Bereiche:

80-m-Band:	3 500	bis	3 800	kHz,	79,0	bis	86,0	m
40-m-Band:	7 000	bis	7 100	kHz,	42,2	bis	42,9	m
20-m-Band:	14 000	bis	14 350	kHz,	20,9	bis	21,4	m
14-m-Band:	21 000	bis	21 450	kHz,	14,0	bis	14,3	m
10-m-Band:	28 000	bis	29 700	kHz,	10,1	bis	10,7	m

Zu den genannten KW-Bereichen kommen noch einige UKW- und Dezimeterbereiche.

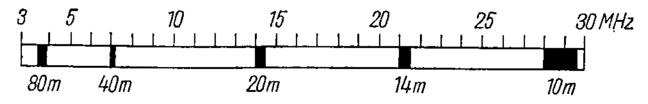


Bild 2. KW-Amateurbänder

1.3 Der Amateur-KW-Empfänger

Aus dieser Übersicht erkennt man, wie schmal die Bänder sind und daß mithin an die Abstimmorgane der Empfänger besondere Anforderungen gestellt werden müssen. Diese lassen sich mit amateurmäßigen Mitteln nur sehr schwer verwirklichen, wenn außer den Amateurbändern auch die üblichen Rundfunkbereiche vorgesehen werden sollen. Der Amateur verzichtet deshalb auf das Rundfunkgerät. Er baut sich selbst einen Empfänger, in dem von der Bandabstimmung Gebrauch gemacht wird. Das Gerät erlaubt im allgemeinen nur den Empfang der Amateurbereiche, erfüllt aber weitgehend alle Sonderanforderungen. So wird z. B. der Telegrafieverkehr fast ausschließlich mit unmoduliertem, getastetem Träger (A 1) durchgeführt. Diese sogenannte tonlose Telegrafie ist aber im normalen Rundfunkempfänger unhörbar. Der empfangenen Welle muß eine im Empfangsgerät erzeugte, etwa 800 bis 1000 Hz abweichende Frequenz zugesetzt werden. Die Differenz der beiden Schwingungen, die sich durch eine Überlagerung bildet, liegt im Tonfrequenzbereich und kann in einem Niederfrequenzverstärker verstärkt und schließlich im Lautsprecher oder

Kopfhörer in Schallschwingungen umgewandelt werden. Der Amateurempfänger verfügt über diese Einrichtung, die man Telegrafieüberlagerer bzw. BFO nennt. Eine Notwendigkeit, diese Stufe auch im Rundfunkgerät von der Industrie einzubauen, besteht nicht. Welcher Rundfunkhörer versteht sich schon auf das „Lesen" von Morsezeichen? Das Gerät würde nur unnötig verteuert. Der Amateur legt auch wenig Wert auf beste Klangqualität. Die Amateurbänder sind meist so stark belegt, daß ein breites Niederfrequenzspektrum niemals ausgenützt werden könnte. Im Amateurfunk ist es sogar üblich, die zur Modulation des Senders benutzte Niederfrequenz wie im Fernsprechverkehr auf etwa 200 bis 3500 Hz einzuengen. Die Verständlichkeit wird dadurch nicht beeinflußt. Dafür wird aber die vom Sender beanspruchte Bandbreite kleiner, wodurch frequenzbenachbarte Funkverbindungen weniger gestört werden. Auf den schmalen Amateurbändern findet dadurch eine größere Anzahl an Stationen Platz. Die kleinere Bandbreite ergibt außerdem eine gute Ausnutzung der ohnehin nicht sehr großen Sendeenergie. Empfängerseitig kann man also unbedenklich die Bandbreite im Interesse störungsfreieren, trennschärferen Empfanges einengen. In speziellen Amateurempfängern geht man mit der Bandbreite bis auf einige hundert Hertz herunter. Natürlich lassen sich die kleinsten Bandbreiten nur beim Empfang von Telegrafiezeichen ausnutzen.

Wir sehen, daß zum Bau eines guten Amateurempfängers schon umfangreiche Kenntnisse auf diesem Gebiete erforderlich sind, wenn Zeit, Material und Nerven nicht sinnlos vertan werden sollen. Auch der finanzielle Aufwand ist nicht klein. Es wird sich nicht jeder an den Bau eines großen KW-Empfängers wagen können. Ist es aber nicht naheliegend, den vorhandenen Rundfunkempfänger in irgendeiner Weise für die KW-Anlage mit zu verwenden? Der KW-Empfänger unterscheidet sich ja letzten Endes nur durch den Eingangsteil vom Rundfunkempfänger, während zumindest Netz- und NF-Teil beider Geräte in Schaltung und Wirkungsweise übereinstimmen. Eine sehr günstige Lösung ist deshalb der Bau eines KW-Vorsatzgerätes.

Am Beispiel eines einfachen Einkreis-Vorsetzers sollen alle technischen und betrieblichen Probleme der KW-Geräte erläutert und die wichtigsten Bauteile in Wirkungsweise, Eigenschaften und Ausführung erklärt werden. Wenn man sich mit dem Gedanken befaßt, einen leistungsfähigeren Vorsetzer zu bauen, lese man nicht über diesen Abschnitt hinweg. Er bringt die wichtigsten allgemeingültigen Konstruktionshinweise, Berechnungsgrundlagen und behandelt Fragen der Stromversorgung.

2. KW-VORSATZGERÄTE

2.1 Allgemeine Grundlagen und Einkreis-Vorsetzer

Im einfachsten Falle übernimmt der Vorsetzer lediglich die gewünschte Bandabstimmung und richtet das Signal gleich. Im nachgeschalteten Rundfunkgerät wird die durch die Gleichrichtung erhaltene Niederfrequenz verstärkt und hörbar gemacht. Ein solcher Vorsetzer verfügt über eine einzige Röhre und nur einen Abstimmkreis. Bild 4 zeigt die entsprechende Schaltung. Wer sich schon näher mit der Schaltungstechnik der Rundfunkgeräte befaßt hat, erkennt in Bild 3 eine einfache **Audionschaltung.**

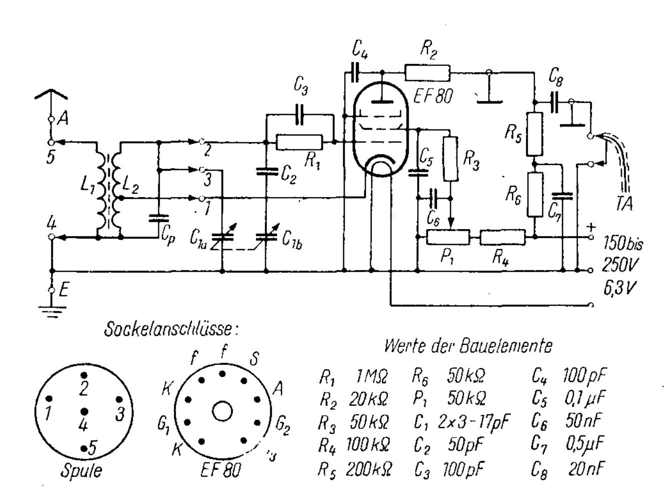


Bild 3. Einkreis-Vorsetzer I

Die von der Antenne aufgenommene Energie wird induktiv über die Antennenspule L_1 auf die Schwingkreisspule L_2 übertragen. Der durch L_2 und die Kondensatoren C_1 und C_2 gebildete Schwingkreis siebt die Frequenz heraus, auf die er abgestimmt ist. Würde man die am Schwingkreis auftretende, von der Frequenz abhängige Spannung messen und die Meßwerte graphisch auftragen, erhielte man die sogenannte **Resonanzkurve des Schwingkreises** (Bild 4). Je

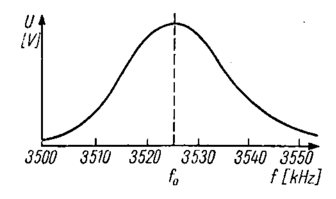


Bild 4. Resonanzkurve eines Schwingkreises

schmaler und steiler sie ist, desto trennschärfer ist das Empfangsgerät. Die Kurvenform wird durch die verwendeten Schwingkreisbauteile bestimmt. Um eine möglichst steile Resonanzkurve zu erhalten, muß man beste, verlustarme Bauteile verwenden. Für die Blockkondensatoren C_2, C_p und C_3 kommen nur keramische oder Luftkondensatoren in Frage. Der Drehkondensator C_{1a}, C_{1b} muß Calitisolation und Luftdielektrium haben (Bild 5). Auch der Spule muß in gleicher Hinsicht Beachtung geschenkt werden. Papp- oder Pertinaxröhrchen sollte man nicht als Spulenträger benutzen. Sehr gut geeignet sind Keramikkörper mit oder ohne Rillen und Spulenkörper aus Polystyrol (Trolitul). Amenit oder besondere, für HF-Zwecke entwickelte Preßmassen eignen sich ebenso gut (Bild 6). Die Forderung nach Verlustarmut geht über die Schwingkreiselemente hinaus. Von vornherein wird man alle nur denkbaren Möglichkeiten der Entstehung von Verlusten ausschalten und alle Bauteile, die in irgendeiner Form mit dem Schwingkreis in Verbindung stehen, nach den eben geschilderten Gesichtspunkten auswählen. Kann man eine Röhrenfassung aus Calit erhalten, ist das nur von Vorteil. Die Fassung für die

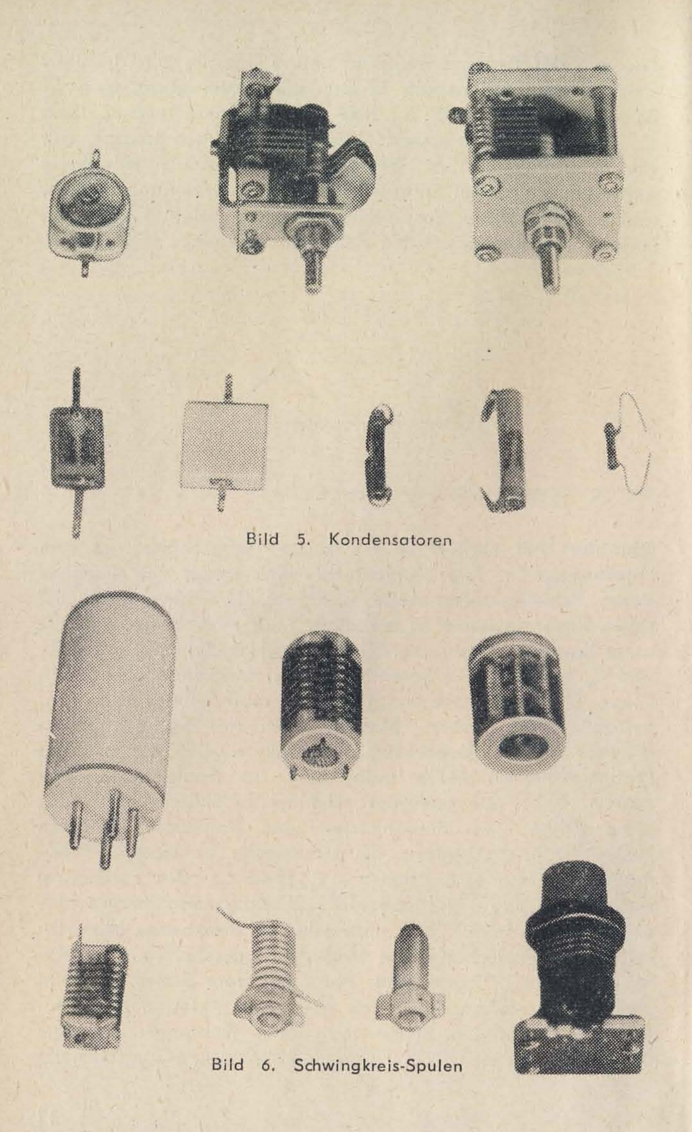


Bild 5. Kondensatoren

Bild 6. Schwingkreis-Spulen

später erläuterten Steckspulen, die Buchsen für Antenne und Erde, evtl. Stützpunkte usw. gehören ebenfalls hierher. Im Handel werden diese Bauteile in geeigneter Ausführung angeboten.
Verfolgen wir nun die aussortierte Frequenz weiter, so gelangen wir über den Gitterkondensator C_3 ans Steuergitter der Röhre. Hier laufen nun eine ganze Reihe Vorgänge ab, die nur im Überblick betrachtet werden sollen. Zunächst wirkt die Strecke Katode-Steuergitter der Röhre als Gleichrichter, d. h., eine Halbwelle der Hochfrequenz wird abgeschnitten. Dadurch bleibt eine Halbwelle übrig, deren Amplitude sich im Takte der aufmodulierten Niederfrequenz ändert. Der durch den Gleichrichtereffekt auf dem Steuergitter entstehende Elektronenüberschuß ist in seiner Stärke abhängig von der Größe der Hochfrequenz. Der Überschuß fließt über den Steuergitterableitwiderstand R_1 ab und erzeugt hier einen im Takte der Niederfrequenz schwankenden Spannungsabfall. Da der Gitterstrom über R_1 vom Gitter nach der Katode gerichtet ist, bewirkt er eine negative, veränderliche Gittervorspannung der Röhre, die den Anodenstrom steuert und damit eine Verstärkung der Niederfrequenz bewirkt. Die verstärkte Niederfrequenz gelangt nun über den HF-Sperrwiderstand R_2 und den Koppelkondensator C_8 an das Ausgangskabel. Dieses wird mit dem Tonabnehmeranschluß des Rundfunkgerätes verbunden.
Bekanntlich ist der Tonabnehmereingang sehr brummanfällig. Das Kabel muß deshalb ebenso wie das eines Tonabnehmers gut abgeschirmt sein. Der Abschirmmantel wird mit Masse verbunden. Die Lautstärke des empfangenen Signals regelt man in üblicher Weise am Rundfunkgerät. Da der Niederfrequenzteil des Rundfunkgerätes gewöhnlich über zwei Stufen verfügt, hat unsere aus Vorsetzer und Rundfunkgerät bestehende KW-Anlage insgesamt drei Verstärkerstufen.
Bekanntlich erlaubt die Einführung einer **Rückkopplung,** die Empfindlichkeit und Trennschärfe eines Audions wesentlich zu erhöhen. Da der Resonanzwiderstand der KW-Kreise trotz Verwendung verlustärmster Bauteile relativ klein ist, spielt im KW-Geradeausempfänger die Rückkopplung eine besonders wichtige Rolle. Wie bereits erwähnt wurde,

arbeitet der Amateur außer in Telefonie fast ausschließlich mit tonloser Telegrafie, die nur hörbar gemacht werden kann, wenn im Empfänger eine Schwingung zur Überlagerung der empfangenen Welle zugesetzt wird. Im Audion läßt sich diese Forderung sehr leicht mit der Rückkopplung verwirklichen. Während man bei der Aufnahme von Telefoniesendungen die Rückkopplung kurz vor den Schwingungseinsatz einstellt, wird sie beim Telegrafieempfang knapp hinter diesen eingestellt (Bild 7). Das Audion wirkt

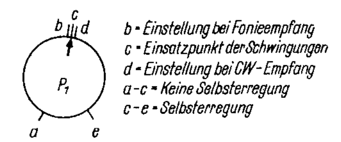


Bild 7. Einstellung des Rückkopplungs-Reglers P_1

dann als Schwingungserzeuger. Der Abstimmkreis wird einige hundert Hertz neben die Empfangsfrequenz eingestellt, womit sich der gewünschte Überlagerungston ergibt. Es ist üblich, eine Schwebungsfrequenz zwischen 800 und 1000 Hz einzustellen, weil in diesem Frequenzbereich die Ohrempfindlichkeit am größten ist und der Ton als wohlklingend empfunden wird. Bei längerem Abhören von Telegrafiezeichen ändert man nach einiger Zeit gern die Tonhöhe eine Kleinigkeit, um Ermüdungserscheinungen vorzubeugen. Bei genauer Abstimmung auf Resonanz tritt keine Schwebung auf, weil die Resonanzfrequenz des Empfängerschwingkreises und damit die durch Rückkopplung erzeugte Schwingung genau mit der Frequenz des empfangenen Senders übereinstimmt. Die Differenz der Schwingungen ist gleich Null. Man hat den Empfänger auf Schwebungslücke abgestimmt (Bild 8).

Gegenüber der bei Mittel- und Langwelle üblichen Rückkopplungsregelung wird im KW-Empfänger eine andere Art benutzt. Von den vielen bekannten Schaltungsvarianten hat sich die sogenannte **ECO-Schaltung** gut bewährt. Die Rückkopplung wird über die Katode der Röhre, welche an eine

Anzapfung der Abstimmspule L_2 angeschlossen ist, hervorgerufen. Da die Katode auf HF-Potential liegt, gegenüber der Anode aber eine einwandfreie Entkopplung verlangt wird, eignen sich nur Röhren, deren Bremsgitter an einen gesonderten Anschlußstift herausgeführt und nicht etwa im Röhrenkolben mit Katode verbunden ist. Geeignete Röhren sind u. a. EF 80, EF 14, 6AC7 (Wechselstrom), UF 80, CF 7 (Allstrom). Die EF 12, EF 96, 6SH7 kann man in ECO-Schaltung nicht verwenden.

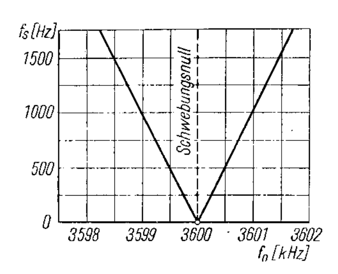


Bild 8. Einstellung der Schwebungslücke

Die Stärke der Rückkopplung und ihr Einsatzpunkt werden durch Änderung der Schirmgitterspannung U_{g_2} bewirkt (P_1). Liegt der Schleifer des Potentiometers am Masseanschluß, ist U_{g_2} gleich Null und die Steilheit der Röhre so gering, daß sowohl der Verstärkungsfaktor als auch der Rückkopplungsgrad sehr klein sind. Mit größer werdender Schirmgitterspannung steigen Steilheit, Verstärkungsfaktor und Rückkopplungsgrad. Diese Art der Rückkopplungsregelung hat den besonderen Vorteil, daß die Rückwirkungen auf die Resonanzfrequenz des Schwingkreises vernachlässigbar klein bleiben. Alle anderen Arten der Rückkopplungsregelung, z. B. mittels Rückkopplungsdrehkondensator, verstimmen leider den Schwingkreis zu stark.

Soll eine Röhre verwendet werden, deren Bremsgitter im Röhrenkolben bereits mit Katode verbunden ist, muß auf die ECO-Schaltung verzichtet und eine besondere Rückkopplungsspule benutzt werden. Die Regelung der Rück-

kopplung erfolgt wieder in der gleichen Weise wie bei der ECO-Schaltung, also durch Änderung der Schirmgitterspannung. Bild 9 zeigt eine Teilschaltung. Alle nicht angeführten Bauteile entsprechen denen in Bild 3. Es wird auch gezeigt, wie man die Antenne kapazitiv an den Schwingkreis ankoppeln kann. Die Kopplung ist bei A1 fest und bei A3 lose. Natürlich kann man auch hier induktive Kopplung vorsehen.

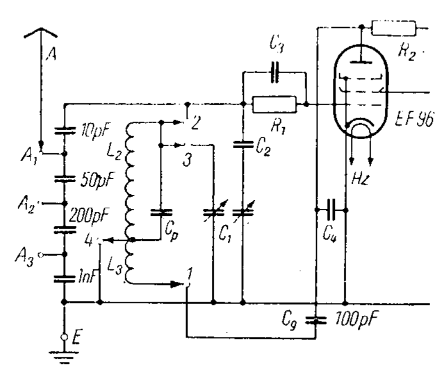


Bild 9. Einkreis-Vorsetzer II

Ein schwieriges Problem in jedem KW-Empfänger ist die **Umschaltung des Schwingkreises** auf die einzelnen Bereiche. Viel wichtiger als auf LW oder MW ist die ganz einwandfreie Kontaktabgabe des verwendeten Schalters. Schon geringe Übergangswiderstände zwischen den Kontakten verschlechtern die Güte des Schwingkreises unter Umständen so erheblich, daß die Resonanzkurve ganz flach verläuft und die Rückkopplung nicht mehr zum Schwingen gebracht werden kann. Änderungen des Übergangswiderstandes bewirken außerdem Frequenzverschiebungen. Des weiteren hätte die unterschiedliche Lage der beweglichen Kontakte nach mehrfacher Umschaltung eine dauernde Verschiebung der Skaleneichung zur Folge. Diese schlechte Wiederkehrgenauigkeit findet man sehr häufig bei Geräten, die zur Umschaltung einen Spulenrevolver verwenden. Die Um-

schalteinrichtung muß also ganz exakt arbeiten, nur bestes Kontaktmaterial darf verwendet werden. Da diese Tatsachen allgemein bekannt sind, greift man auch heute noch auf die bewährte Bereichumschaltung mittels **Steckspulen** zurück. Unser Einkreis-Vorsetzer hat nur einen Schwingkreis, so daß man mit insgesamt fünf Spulen für die Amateurbänder auskommt. In aller Ruhe kann man unabhängig voneinander die Spulen herstellen, ausmessen und evtl. ändern, ohne das ganze Gerät stillegen zu müssen.
Im Handel und bei den Bezirksmaterialversorgungsstellen der GST gibt es keramische Spulenkörper, die mit vier oder fünf Steckstiften versehen sind. Ihr Durchmesser beträgt 35 mm. Als Fassung für die Spulen baut man auf dem Chassis eine entsprechende Röhrenfassung aus Calit, Frequenta, Trolitul oder anderem hochwertigen Material ein. An Stelle der genannten Keramikkörper kann man auch Röhrenfüße von alten Stiftröhren (Europasockel) benutzen. Diese Röhrenfüße gibt es mit 30 und 35 mm Dmr. im Fachhandel zu kaufen. Sie lassen sich leicht in gewünschter Weise verwenden. Einschnitte können mit der Laubsäge angebracht werden und jeder Spiralbohrer durchdringt mühelos das Material. Allerdings sind die Verluste etwas höher als bei Verwendung keramischer Bauteile.
Wieviel Windungen müssen nun unsere Spulen erhalten? Das richtet sich einerseits nach der Empfangsfrequenz und andererseits nach der Schwingkreiskapazität und der mechanischen Ausführung der Spule. Wicklungslänge und -durchmesser beeinflussen bei gegebener Windungszahl die Induktivität.
Es ist nicht gleichgültig, welche Kapazität der **Abstimmkreis** erhält. Die im Rundfunkempfänger übliche Kapazität von etwa 550 pF ist für Kurzwelle zu groß. Das Verhältnis von Induktivität zu Kapazität muß nämlich möglichst groß sein, weil man nur so hohe Resonanzwiderstände und damit brauchbare Trennschärfe und Empfindlichkeit erhalten kann. Eine Verkleinerung der Kapazität ist also immer günstig. Leider darf man aber auch nicht unter einen bestimmten Wert der Kapazität gehen, weil sonst der Schwingkreis zu unstabil wird. Geringste Schaltkapazitätsänderungen, Einflüsse der Antenne auf den Kreis, Temperatur- oder Kapazitätsände-

rungen bei Röhrenwechsel bzw. durch Betätigen der Rückkopplung hätten merkliche Frequenzverschiebungen zur Folge. In der Praxis sind deshalb Werte zwischen 50 und 150 pF üblich, wobei die Kapazität im 80-m-Band höher liegt als im 10-m-Band.

Da wir daran interessiert sind, im Hinblick auf leichte Einstellmöglichkeit die Amateurbänder über nahezu die ganze Skalenlänge zu spreizen, müssen Anfangs- und Endkapazität (C_a und C_e) des Schwingkreisdrehkondensators in einem ganz bestimmten Verhältnis zueinander stehen, das dem Quadrat des Verhältnisses von Anfangs- zu Endfrequenz (f_a und f_e) entspricht. Es gilt

$$\frac{C_a}{C_e} = \frac{f_a^2}{f_e^2}$$

Soll der Bereichanfang beispielsweise bei 3,43 MHz, das Bereichende bei 3,86 MHz liegen, wird

$$\frac{C_a}{C_e} = \frac{3{,}43^2}{3{,}86^2} = \frac{11{,}75}{14{,}90} = \frac{1}{1{,}27} = 1 : 1{,}27,$$

d. h., die Endkapazität muß 1,27mal so groß sein wie die Anfangskapazität.

Im folgenden wollen wir unseren Schwingkreis berechnen. Wer sich für die Rechnung nicht interessiert, darf die folgenden Seiten überschlagen; er findet in Abschnitt 5, Tafel 1 die fertigen Spulendaten.

In einem praktisch ausgeführten Schwingkreis entsprechend Bild 3 soll für das 80-m-Band C_e = 90 pF betragen. Dann muß C_a = 90 : 1,27 = 71 pF groß werden. Das entspricht einer Kapazitätvariation von ΔC = 19 pF. Der verwendete Drehkondensator ist der bekannte UKW-Drehkondensator der OHG Schalkau mit einer Anfangskapazität von etwa 3 pF und einer Endkapazität von etwa 14 pF je Plattenpaar. Schaltet man beide Plattenpaare über die Spulenkontakte 2 und 3 parallel, erhält man 6 bis 28 pF. Um jedoch den Abstimmbereich auf den höheren Bändern einzuengen, wird dem einen Paket ein Kondensator C_s von 50 pF vorgeschaltet, der die Kapazität dieses Drehkondensatorteiles auf etwa 3 bis 11 pF einengt. In der Parallelschaltung ergeben sich dann 6 pF bis 25 pF. Damit ist

$\triangle C = 19$ pF, wie es verlangt war. Legt man eine Schalt- und Spulenkapazität von 18 pF und eine Röhreneingangskapazität von 5 pF zugrunde, müssen noch 40 pF (C_p) parallelgeschaltet werden.

Nach der bekannten Thomsonschen Schwingungsformel erhält man nach einigen Umformungen die Induktivität aus der zugeschnittenen Größengleichung

$$L_{(\mu H)} = \frac{2{,}533 \cdot 104}{f_{a}{}^{2}{}_{(MHz)} \cdot C_{e(pF)}} = \frac{2{,}533 \cdot 104}{3{,}43^2 \cdot 90} = 24\ \mu H.$$

Nun muß noch die Windungszahl ermittelt werden. Der Spulenkörper hat 3,5 cm Durchmesser. Da außer L_2 auch L_1 aufgebraucht werden muß, soll für die Wicklungsbreite auf einem Röhrenfußkörper eine Wickellänge von 1,6 cm vorgesehen werden.

Die Windungszahl errechnet sich nach der Formel

$$n = \sqrt{\frac{l\ (cm)}{D\ (cm)}} \cdot Q.$$

Dabei ist Q ein Konstante, die sich aus dem Verhältnis von Wicklungslänge zu Wicklungsdurchmesser ergibt. Aus der Tafel 2 kann man Q ablesen. Für unser Beispiel wird

$$\frac{l}{D} = \frac{1{,}6}{3{,}5} = 0{,}46$$

und Q aus der Tafel gleich 10,9. Die Windungszahl ergibt mit diesen Werten

$$n = \sqrt{\frac{24000}{3{,}5 \cdot 10{,}9}} = \sqrt{628} = 25\,\text{Wdg}.$$

Da die Wickellänge 1,6 cm werden soll, darf die Drahtstärke einschließlich Isolation nicht größer als 0,65 mm sein. Man nimmt am besten 0,5 mm starken Kupferdraht mit Baumwolle- oder Seideumspinnung. Die Wickellänge wird, am unteren Rand der Spule beginnend, mit Hilfe zweier Bohrungen, durch die die Wicklungsenden geführt werden, abgegrenzt und die Wicklung straff aufgewickelt. Wenn man sich im praktischen Betrieb oder durch Messungen überzeugt hat, daß mit der vorgesehenen Windungszahl das Band in der gewünschten Weise erfaßt wird,

legt man die Windungen durch Bestreichen mit Trolitullack oder Duosan fest. Lackisolierter Draht haftet nicht so gut wie textilisolierter, kann zur Not aber auch benutzt werden. Die Antennenspulen L_1 erhalten etwa ein Drittel bis ein Neuntel von L_2 und liegen etwa 3 mm neben L_2 auf dem gleichen Wickelkörper. Die Drahtstärke kann schwächer gewählt werden.

Die Anzapfung für die ECO-Rückkopplung muß bei etwa $^1/_4$ bis $^1/_{10}$ der Windungszahl von L_2 (vom erdseitigen Ende aus gerechnet) angebracht werden. Praktisch wickelt man erst bis zur Anzapfung, führt den Draht dort durch eine Bohrung und wickelt dann bis zum Ende weiter.

Tafel 1 gibt die genauen Windungsangaben unter Verwendung der genannten Röhrenfuß- bzw. Keramik-Steckspulen.

Auf den höherfrequenten Bändern soll im Interesse eines brauchbaren L/C-Verhältnisses die Kreiskapazität kleiner als im 80-m-Band sein. Wir verwenden deshalb auf diesen Bändern nur noch ein Plattenpaar des Drehkondensators. Das wird dadurch erreicht, daß in den entsprechenden Steckspulen die Verbindung zwischen den Stiften 2 und 3 fehlt.

Der im Schaltbild eingezeichnete und in Tafel 1 vermerkte Parallelkondensator C_p wird für jedes Band getrennt im jeweiligen Spulenkörper mit untergebracht (siehe Bild 10).

Wer eine weniger starke Spreizung der Amateurbänder wünscht, kann C_s weglassen und C_p um etwa 5 pF verkleinern. Die Spulenwindungszahlen sind dann in ihren Werten nicht so kritisch und lassen sich auf alle Fälle durch entsprechende Wahl von C_p ins Amateurband bringen. So würde im 20-m-Band beispielsweise der Bereich 13,4 bis 15,0 MHz erfaßt, im 40-m-Band ginge er von 6,7 bis 7,5 MHz.

Für den Abgleich auf die Bänder ist die Kenntnis einfacher Grundregeln wertvoll. Liegt die Resonanzfrequenz zu hoch, so hat die Spule zuwenig Windungen. Doppelte Windungszahl ergibt bei gleicher Windungslänge die vierfache Induktivität und die halbe Frequenz. Ein Auseinanderziehen der Wicklung, also eine Vergrößerung der Wicklungslänge, verkleinert die Induktivität. Auch durch C_p wird die Reso-

nanzfrequenz beeinflußt. Eine Verkleinerung von C_p liefert eine höhere Resonanzfrequenz und eine größere Frequenzvariation. Dagegen würde durch eine Vergrößerung von C_p die Frequenz kleiner und die Variation durch den Drehkondensator kleiner (das Amateurband wird dadurch stärker auseinandergezogen, kann u. U. aber auch nicht mehr ganz erfaßt werden).

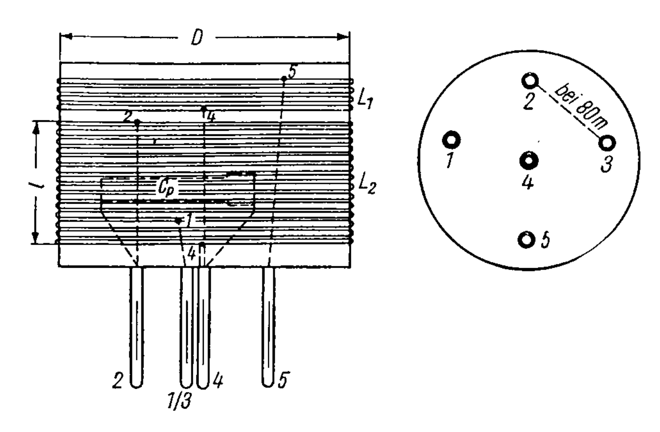


Bild 10. Steckspulen für den Einkreis-Vorsetzer

Ganz ohne Probieren wird man nicht auskommen. Infolge des unterschiedlichen mechanischen Aufbaues lassen sich absolut genaue Wicklungsangaben nie machen.

In Bild 9 wurde die Schaltung des Audions mit Rückkopplungsspule angegeben, um auch Röhren ohne gesondert herausgeführtes Bremsgitter verwenden zu können. Die Wickeldaten für die Steckspulen entsprechen den in Tafel 1 angegebenen. Lediglich die Anzapfung entfällt, und L_3 muß zusätzlich aufgewickelt werden. L_3 erhält im 80-m-Band sechs, im 40-m-Band fünf, im 20-m-Band drei und im 15-m- und 10-m-Band je zwei Windungen. Der Abstand von L_2 und L_3 soll etwa 1 mm betragen. Alle Spulen werden in gleicher Richtung gewickelt. Der Wicklungsanfang der Ab-

stimmspule L_2 geht an Stift 2, das Ende an Stift 1; dagegen wird der Wicklungsanfang von L_3 an Stift 1 und das Ende an Stift 4 gelötet. Wird das nicht beachtet, setzt die Rückkopplung nicht ein.

Der Aufbau eines normalen Audions für Rundfunkempfang ist unkritisch, wenn nur dafür gesorgt wird, daß auf das Steuergitter der Röhre keine Brummspannungen koppeln. Dieser Punkt verdient auch beim Kurzwellenaudion besondere Beachtung. Nicht minder wichtig ist es jedoch, alle Bauteile, die in irgendeiner Form frequenzbestimmend sind, so dicht und geschickt nebeneinander aufzustellen, daß sich denkbar kurze Verbindungsleitungen ergeben. Auch soll die Erwärmung durch Röhren und Widerstände so klein wie möglich sein. So müssen Abstimmdrehkondensator C_1, Fassung für die Steckspule und Röhre in unmittelbarer Nachbarschaft aufgestellt werden. Außerdem wird man die Röhrenfassung so drehen, daß der Gitteranschluß zum Schwingkreis zeigt. Das gleiche gilt auch für die Spulenfassung, deren Anschlüsse 2 und 3 zum Drehkondensator und zur Röhre weisen müssen. Auf Bild 11 kann man diese Einzelheiten erkennen. Man sieht zugleich, in welcher Weise die Teile miteinander verbunden werden müssen.

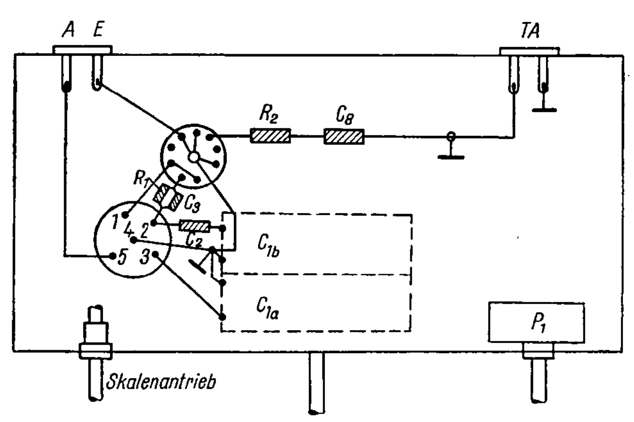


Bild 11. Aufbauskizze für den Einkreis-Vorsetzer

Die Masseleitungen des Audionkreises gehören zum Schwingkreis. Es ist ein zentraler Massepunkt zu wählen, zu dem alle HF-führenden Kondensatoren (C_1, C_4, C_5), Spulenanschluß 4 und Röhrenelektroden S, G_3) führen. Das Mittelröhrchen der Röhrenfassung ist in diese Zusammenschaltung mit einzubeziehen. Wenn diese Maßnahmen nicht durchgeführt werden, darf man nicht damit rechnen, daß das Gerät auf den höheren Frequenzbändern einwandfrei arbeitet. Jedes Stückchen Draht hat bekanntlich eine Induktivität, die natürlich in den Schwingkreis eingeht und unter Umständen die Spuleninduktivität so stark verfälscht, daß die Resonanz des Schwingkreises nicht mehr im Amateurband liegt. Auch die Schaltkapazität würde unzulässig erhöht, womit in Extremfällen die gesamte Berechnung über den Haufen geworfen wird.
Die Lage der übrigen Teile ist unkritisch. Lediglich die Leitungen und Schaltglieder, die zum Tonabnehmeranschluß des Rundfunkgerätes führen, müssen gut abgeschirmt werden und dürfen nicht in unmittelbarer Nähe der Heizleitungen verlaufen. Ebenso vorsichtig verfahre man beim Beschalten des Steuergitteranschlusses. G_1, C_2 und R_1 sind stark brummanfällig. Es ist sehr zu empfehlen, über diese Teile einen kleinen Blechwinkel zu legen, der mit dem Chassis verschraubt ist. Damit geht man von vornherein allen Schwierigkeiten aus dem Wege. Ein völlig brummfreies Arbeiten des Vorsetzers ist unerläßlich. Beim Empfang mit Kopfhörer, wie es bei Telegrafieverkehr üblich und zweckmäßig ist, würde schon ein schwacher Brummton stören. Deshalb wird auch die Anodenspannung durch R_6, R_7, C_7 und C_9 gut gesiebt.
Obwohl die Bauteile des Konverters wenig Platz beanspruchen, wähle man **das Chassis** nicht übermäßig klein. Die Frontplatte soll eine einigermaßen übersichtliche Skala erhalten. Auf einem geräumigeren Chassis kann man später ohne Mühe eine weitere NF-Verstärkerröhre mit den zugehörigen Teilen und einen kompletten Netzteil aufbauen. Damit verwandelt sich der Konverter in einen vollständigen, vom Rundfunkgerät unabhängigen KW-Empfänger.
Für Chassis und Frontplatte verwenden wir Aluminiumblech, das sich leicht bearbeiten läßt, gute Festigkeitseigenschaften

und die gewünschte abschirmende Wirkung besitzt. Isolierstoffe oder gar Sperrholz kann man wohl zum Bau eines Rundfunk-Einkreisers verwenden, aber nicht für ein KW-Gerät. Wir müssen bedenken, daß unser Abstimmkreis sehr empfindlich gegen äußere Einflüsse ist, sich z. B. sehr leicht bereits bei Annäherung der Hand verstimmt. Würde beispielsweise durch die Hand des Hörers nur eine Kapazitätsänderung von 0,2 pF hervorgerufen, entstünde im 20-m-Band bereits eine Frequenzverschiebung um ungefähr 18 kHz. Hierdurch wird auch klar, daß die auswechselbare Spule hinter der Frontplatte sitzen und vollständig von dieser nach vorn abgeschirmt werden muß. Die kleine Unbequemlichkeit, die dadurch für das Auswechseln der Spule entsteht, kann man gern in Kauf nehmen, zumal ja nicht alle paar Minuten das Band gewechselt wird. Wird das Gerät allerdings fest in ein Blechgehäuse gesetzt, müßte man eine andere Lösung finden, um den Ein- und Ausbau aus dem Kasten zu vermeiden. Hier empfiehlt es sich, in die Frontplatte ein Loch zu bohren, durch das die Spulen leicht eingestellt werden können. Hinter dem Loch sitzt in entsprechendem Abstand ein stabiler Winkel, der die Spulenfassung trägt (Bild 12). Voraussetzung für ein bequemes Auswechseln ist natürlich, daß die Wicklungsträger gleiche Länge haben. Das Loch wird nach dem Auswechseln durch eine Blechlasche abgedeckt.

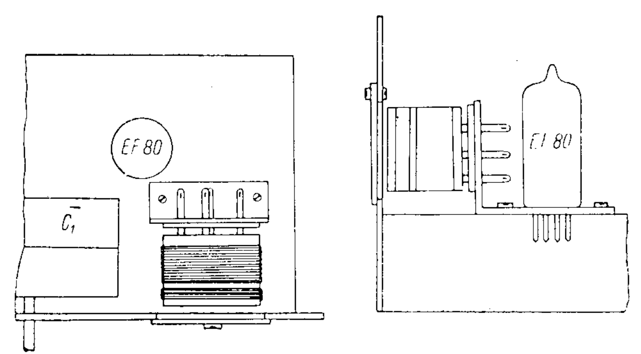
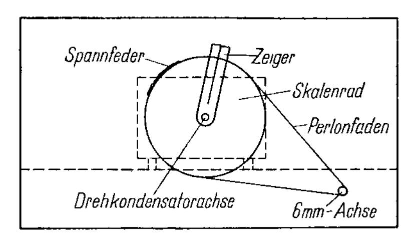


Bild 12. Montageskizze für Steckspulen

Der oben bereits erwähnte sehr starke Einfluß geringster mechanischer Änderungen auf den Schwingkreis bedingt einen äußerst stabilen Aufbau. Frontplatte und Chassis müssen durch kräftige Winkel miteinander verbunden werden. Für die Frontplatte wird man Blech von mindestens 2 mm Stärke verwenden müssen.



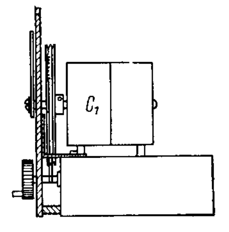


Bild 13. Halbkreisskala

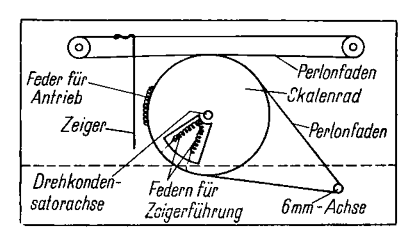
Obwohl wir die Amateurbänder bereits über einen großen Teil der **Skala** gespreizt haben, kann man eine sichere und bequeme Einstellbarkeit nur erzielen, wenn der Abstimmdrehkondensator durch einen Feintrieb mit einer Untersetzung von wenigstens 6:1 betätigt wird. Der sicherste Weg hierzu wären verspannte Zahnräder. Für den Amateur brauchbare Lösungen zeigen Bild 13 und 14. Eine 6 mm starke Achse wird in einer alten Potentiometerbuchse gelagert und durch einen Drahtsplint gesichert. Die Drehkondensatorachse erhält ein Skalenrad, das durch eine geflochtene Schnur oder einen Perlonfaden mit der 6-mm-Achse verbunden wird. Der Faden wird durch eine nicht zu kurze, weiche Feder gespannt. Der Antrieb arbeitet ohne Spiel oder toten Gang.

Ob man eine Halbkreis- oder Linearskala vorzieht, ist Geschmacksache. Sehr einfach läßt sich die Halbkreisskala anfertigen. In die Drehkondensator-Achse bohrt man zentral ein Loch und schneidet ein 3-mm-Gewinde (M3) ein. Hier kann nun durch eine Schraube der Linealzeiger aus Cellon festgemacht werden. Natürlich muß die Drehkondensator-Achse so weit aus der Frontplatte herausragen, daß der

Zeiger dicht über der Frontplatte liegt, auf der die mit Tusche gezeichnete Skala aufgeklebt wird. Die Skala erhält einen Pertinaxrahmen und wird durch Cellon abgedeckt.

Soll eine Linearskala vorgesehen werden, muß die Frontplatte einen entsprechend großen Ausschnitt erhalten. Der Verfasser setzte in den Frontplattenausschnitt zwei dünne Glasplatten, zwischen die zunächst ein Streifen Millimeterpapier gelegt wurde. Nach der Eichung zeichnete er die Frequenzskalen auf ein Blatt Papier, legte die untere Glasplatte darauf und übertrug die Eichung mit weißer Tusche auf das Glas. Die weiße Tusche haftet gut, wenn die Platte vorher mit Alkohol gereinigt und entfettet wurde. Nach dem Einsetzen in den Frontplattenausschnitt schützt die zweite Glasplatte die Beschriftung vor Beschädigungen.

Die Führung des Skalenseiles zeigt Bild 14. Für die Zeigerführung und den Antrieb wurden getrennte Perlonfäden vorgesehen. Der Durchmesser des Skalenrades richtet sich nach der gewünschten Länge des Zeigerweges. Der Drehwinkel



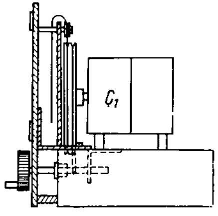


Bild 14. Linearskala

normaler Drehkondensatoren beträgt 180 Grad, so daß der Umfang des Skalenrades den doppelten Zeigerweg haben muß. Damit erhalten wir für die Berechnung des Skalenraddurchmessers $d = \frac{2 \cdot \text{Zeigerweg}}{3{,}14}$.

Soll der Zeigerweg beispielsweise 17 cm betragen, muß der Skalenraddurchmesser 11 cm sein.

Für den Antriebsknopf nehme man keine zu kleine Ausführung. Er muß griffig sein; ein Durchmesser von 4 cm ist

richtig. Viele Amateure bringen eine kleine Kurbel an (Bild 15). So kann man rasch von einem Skalenende zum anderen gelangen.

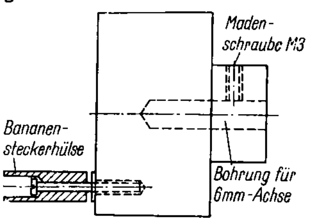


Bild 15. Kurbelknopf

Schauen wir uns nun an, wie **die Stromversorgung** unseres Vorsatzgerätes gelöst werden kann. Den geringsten Materialaufwand hat man, wenn Heiz- und Anodenspannung aus dem Rundfunkgerät genommen werden. Jedes Rundfunkgerätenetzteil kann diese zusätzliche Belastung von 6,3 V / 0,3 A und 250 V / 2 mA tragen. Es machen sich aber größere Eingriffe im Gerät notwendig. An der Rückseite des Empfängers bringt man am besten eine Isolierstoffleiste (Pertinax) mit vier Buchsen an. Zu diesen Buchsen führen die beiden Heizleitungen, die man am Netztransformator oder am Fadenanschluß einer Empfängerröhre anlötet, und die Anodenspannungsleitung, die einmal mit dem Chassis (Minuspol) und zum anderen mit dem Siebelektrolytkondensator oder einer Buchse für den zweiten Lautsprecher verbunden ist. Der Konverter erhält zwei Doppelleitungen, die an Bananensteckern enden. Man muß die Leitungen natürlich deutlich kennzeichnen, um jeder Verwechslung beim Zusammenschalten vorzubeugen. Es ist sehr vorteilhaft, die Anodenspannungsbuchsen im Abstand von 19 mm zueinander anzuordnen und die zugehörigen Leitungen des Konverters mit einem Netzstecker zu versehen. Die Buchsen für die Heizspannung haben nur 15 mm Abstand zueinander.

Wer sich vor dem Eingriff ins Rundfunkgerät scheut, muß auf dem Vorsetzerchassis einen kleinen Netzteil aufbauen. Bei Allstrom-Rundfunkgeräten ist diese Maßnahme immer erforderlich. Für den Wechselstromteil braucht man neben

einem sehr bescheidenen Netztransformator eine kleine Gleichrichterröhre und die üblichen Siebmittel. Bild 16 zeigt die Schaltung. R_1 und die Glimmlampe GR 150 Dk (GR 26-16) können unter Umständen auch weggelassen werden. Sie stellen eine sogenannte Stabilisatorschaltung dar. Die an der Stabilisatorröhre stehende Spannung ist innerhalb gewisser Grenzen unabhängig von Netzspannungs- und Belastungsänderungen. Das ist für unser Audion sehr zuträglich, weil der Rückkopplungsgrad bekanntlich von der Höhe der Anoden- und Schirmgitterspannung beeinflußt wird. Meist ist die Rückkopplung knapp vor oder kurz hinter dem Schwingungseinsatz eingestellt. Eine Spannungsschwankung würde diese Einstellung ändern. Die Mehrausgabe für die beiden Bauteile lohnt sich sehr, zumal die Stabilisatorröhre eine zusätzliche Siebung der Anodenspannung hervorruft. Sie wirkt wenigstens wie ein 25-µF-Kondensator.

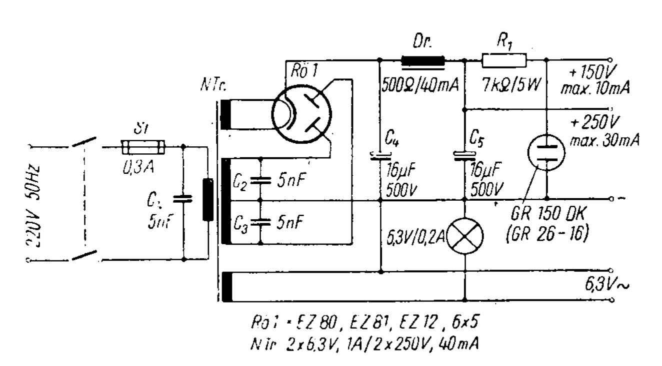


Bild 16. Netzteil für Wechselstrom

Bei der Anordnung der Bauteile des Netzteiles auf dem Vorsetzerchassis achte man darauf, daß der Netztransformator möglichst weit vom Schwingkreis und von der Audionröhre aufgestellt wird, weil der Netztransformator gern mit seinem magnetischen Streufeld auf diese Teile koppelt und ein abstimmbares Netzbrummen hervorruft (Bild 17). Das gleiche gilt, wenn auch in geringerem Maße, für die Netzdrossel.

Des weiteren muß man R_1 sowie die Gleichrichter- und Stabilisatorröhre möglichst weit hinten aufstellen, damit die durch sie entwickelte Wärme gut abziehen und nicht auf

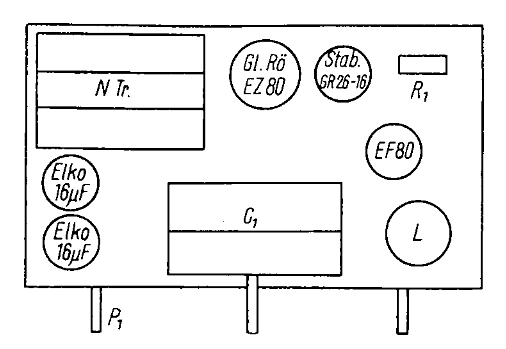


Bild 17. Aufbauplan für Einkreis-Vorsetzer mit Netzteil

die Schwingkreisteile einwirken kann. Das Allstrom-Netzteil (Bild 18) zeigt keine Besonderheiten. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß beim Bau eines Allstromgerätes eine Reihe Vorsichtsmaßnahmen beachtet werden müssen. Das Gerät steht mit dem Netz in galvanischer Verbindung. Die Trennung durch den Netztransformator entfällt. Alle blanken Metallteile müssen deshalb durch Isolierstoff abgedeckt werden. Das Chassis verwendet man am besten nicht als Minus-

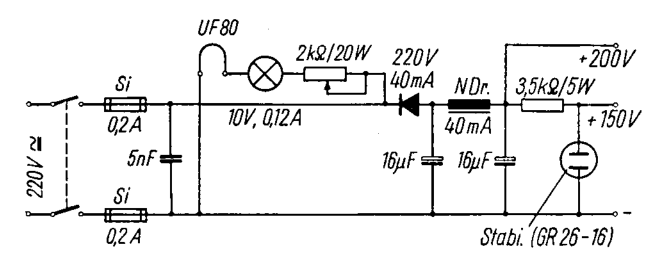


Bild 18. Allstrom-Netzteil

leitung, sondern sieht hierfür eine besondere, vom Chassis isolierte Nulleitung vor. Diese steht dann nur über einen spannungsfesten Kondensator von 10 bis 50 nF mit dem Chassisblech in Verbindung. Weitere Gefahren birgt die Zusammenschaltung mit dem Rundfunkgerät. Werden nämlich die Masseleitungen beider Geräte z. B. über die Abschirmung miteinander verbunden, kann durchaus ein Kurzschluß auftreten. Das wird immer dann der Fall sein, wenn von dem einen Gerät der Plus- und vom anderen Gerät der Minuspol des Netzes am Chassis liegt.
Bei der Verwendung eines Konverters sollte man aus diesen Gründen von einer Allstromausführung absehen. Es ist besser, ein Allstromgerät von vornherein zum kompletten KW-Gerät auszubauen.
Die Leistung eines Audions ist erstaunlich gut. Die Empfindlichkeit ist bei optimal eingestellter Rückkopplung so groß, daß Signale von wenigen Mikrovolt einwandfrei aufgenommen werden können. Leider ist aber die Trennschärfe sehr schlecht. Wenn die Resonanzkurve durch die Rückkopplung auch sehr spitz eingestellt werden kann und dadurch benachbarte, gleichstarke Amateurstationen gut getrennt werden können, bleibt die Weitabselektion doch so klein, daß starke Störsender, selbst wenn sie in der Frequenz weit von der eingestellten Empfangsfrequenz entfernt liegen, durchschlagen. Diese Tatsache schränkt den Gebrauchswert des Einkreisers bei der heutigen starken Belegung der Bänder ein. Leider hat unser Einkreis-Vorsetzer noch einen weiteren erheblichen Nachteil. Vom nachgeschalteten Rundfunkempfänger wird nämlich nur der Niederfrequenzteil ausgenutzt, während der oft leistungsfähige HF-Teil nicht benutzt wird. Dieser Nachteil kann auch durch mehrkreisige Geradeaus-Vorsetzer nicht behoben werden. Nur der Super-Vorsetzer kann diesen Nachteil überwinden. In den Anfangsjahren des Amateurfunks wurde ausnahmslos mit dem Audion gearbeitet; heute benutzt man besser mehrkreisige Superhetgeräte. Bevor wir uns aber mit dem Bau eines Super-Vorsetzers befassen, wollen wir noch klären, wie der Kopfhörer am Rundfunkgerät angeschlossen werden muß.
Die Erfahrung hat gezeigt, daß man Telegrafiesender am besten mit dem **Kopfhörer** aufnehmen kann. Man ist dann

unabhängig von Raumgeräuschen und kann sich ganz auf die Morsezeichen konzentrieren. Keinesfalls darf man den Kopfhörer direkt an die Buchsen für den zweiten Lautsprecher anschließen. Diese Anschlüsse führen häufig Anodenspannung, die gewöhnlich 250 bis 300 V beträgt.

Da die Kopfhörerschnüre nur eine Niederspannungsisolation besitzen, die leicht schadhaft wird oder durch Feuchtigkeit ihre Aufgabe nicht mehr erfüllen kann, ist keine Berührungssicherheit gegeben. Kommt der Amateur mit diesen Stellen und dem Chassis in Verbindung, können schwere gesundheitliche Schäden die Folge sein. Es sind durch diese Nichtbeachtung auch schon Todesfälle eingetreten. Die sicherste Lösung ist die Zwischenschaltung eines Niederfrequenztransformators mit einem Windungszahlverhältnis von 2 : 1 bis 4 : 1. Solche Transformatoren kann man in Fachgeschäften zu geringem Preise erstehen. Damit der Transformator die Qualität des Rundfunkempfangs nicht beeinträchtigen kann, empfiehlt es sich, den Transformator bei Lautsprecherempfang abzuschalten. Ein Schalter muß ohnehin vorgesehen werden, weil der eingebaute Lautsprecher bei Kopfhörerempfang schweigen soll. Der Schalter findet seinen Platz an der Gehäuserückwand des Rundfunkgerätes. Die Umschalteinrichtung zeigt Bild 19. Steht kein geeigneter NF-Trans-

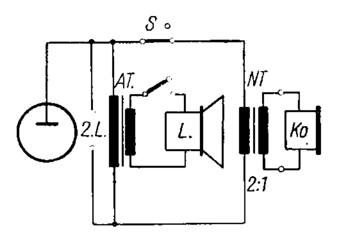


Bild 19. Kopfhöreranschluß I

formator zur Verfügung, kann man den Kopfhörer auch über Kondensatoren an die Buchsen für den zweiten Lautsprecher anklemmen (Bild 20). Die Kondensatoren müssen unter allen Umständen hochwertige Sikatropkondensatoren mit einer

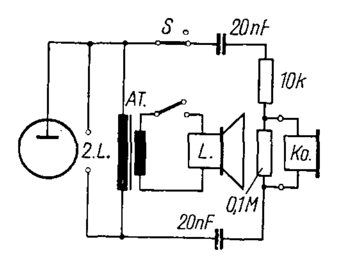


Bild 20. Kopfhöreranschluß II

Betriebsspannung von mindestens 750 V sein. Bei der Prüfung der Kondensatoren darf eine empfindliche Prüfglimmlampe (UR 110) weder flackern noch schwach leuchten.

2.2 Super-Vorsatzgeräte

2.21 Das Überlagerungsprinzip

Die von der Antenne aufgenommene Empfangsfrequenz fe gelangt ähnlich wie beim Geradeausempfänger an das Steuergitter einer Röhre. An ein weiteres Gitter dieser Röhre gibt man eine im Empfänger selbst erzeugte, um einen bestimmten Betrag von fe abweichende, sogenannte Hilfs- oder Oszillatorfrequenz (fo). Beide Frequenzen steuern nun den Anodenstrom der Röhre und überlagern sich.

Im allgemeinen Sprachgebrauch bezeichnet man den Vorgang als Mischung, und die Röhre, in der sich dieser Vorgang abspielt, heißt Mischröhre. An der Anode der Röhre treten außer den steuernden Frequenzen selbst ihre Summe fo + fe und ihre Differenz fo − fe auf (Bild 21).

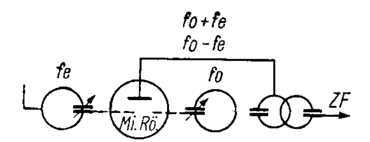


Bild 21. Prinzip des Superhets

Die Hilfsfrequenz wird in einer Oszillatorröhre erzeugt. Diese ist oft mit der Mischröhre im gleichen Glaskolben untergebracht. Die Typen ECH 81, ECH 11 bzw. UCH 81 und UCH 11 dürften den meisten Lesern bekannt sein. Die ECH 81 z. B. enthält ein Hexodensystem (vier Gitter) zur Mischung und ein Triodensystem zur Erzeugung der Hilfsfrequenz. Die Empfangsfrequenz wird am Gitter 1 der Heptode, die Hilfsfrequenz am Gitter 3 eingekoppelt. Beträgt beispielsweise die Empfangsfrequenz 3500 kHz und die Oszillatorfrequenz 5100 kHz, so entstehen durch Mischung

3500 + 5100 = 8600 kHz und 5100 – 3500 = 1600 kHz. Die entstandene Differenz (hier 1600 kHz) siebt man nun durch Schwingkreise aus und verstärkt sie weiter. Diese Frequenz hat den Namen „Zwischenfrequenz“. Wird der Eingangsschwingkreis auf eine andere Frequenz fe (z. B. 14 200 kHz) eingestellt, muß die Oszillatorfrequenz auf einen Wert gebracht werden, der wieder um die Zwischenfrequenz fz von fe abweicht. In unserem Beispiel wird das durch fo = 15 800 kHz erreicht. Jetzt ergeben sich als Mischprodukte 15 800 + 14 200 = 30 000 kHz und 15 800 – 14 200 = 1600 kHz; letztere ist unsere Zwischenfrequenz. Zum gleichen Ergebnis wäre man gekommen, wenn man fo um fz kleiner als fe gewählt hätte. fo müßte dann aber 12 600 kHz aufweisen. Die Differenzfrequenz wäre wieder 14 200 – 12 600 = 1600 kHz gewesen, während die nicht interessierende Summenfrequenz bei 26 800 kHz liegen würde.

In der Praxis werden Eingangs- und Oszillatorkreis gemeinsam abgestimmt. Durch geeignete Schwingkreiswerte kann man ohne Schwierigkeiten ausreichenden Gleichlauf, der bei jeder Einstellung eine Differenzfrequenz von 1600 kHz liefert, erzielen. Natürlich kann die Zwischenfrequenz auch einen anderen Wert haben. Im KW-Empfänger finden wir häufig Werte der ZF um 100 kHz, 470 kHz, 1600 kHz, 3000 kHz o. a. Im Rundfunksuperhet benutzt man heute meist eine ZF um 470 kHz. Der richtigen Wahl der Zwischenfrequenz kommt erhebliche Bedeutung zu. Man muß bedenken, daß der Eingangskreis außer der eingestellten Resonanzfrequenz auch benachbarte Frequenzen mehr oder weniger gut passieren läßt. Außer der eingestellten gewünschten Empfangsfrequenz gibt es aber noch eine andere Frequenz, die sogenannte Spiegelfrequenz fs, die mit fo ebenfalls fz ergibt.

Auch hierzu ein Beispiel:

fo = 22 700 kHz; fz = 1 600 kHz
fe = 22 700 – 1600 = 21 100 kHz
fs = 22 700 + 1600 = 24 300 kHz

Hat unser Eingangskreis eine flache Resonanzkurve und arbeitet auf 24 300 kHz ein starker kommerzieller Sender,

wird man außer der gewünschten Frequenz von 21 100 kHz (14-m-Amateurband) auch diesen kommerziellen Sender empfangen. Die Folge sind Interferenzstörungen (Pfeifen), die u. U. den Empfang der Amateurstation unmöglich machen können. Hätte man fz kleiner, z. B. nur 130 kHz, gewählt, wäre die Gefahr des Spiegelempfanges noch weit größer gewesen. Dann hätten bei einer Oszillatorfrequenz von 21 230 kHz die Empfangsfrequenz fe = 21 100 kHz und die Spiegelfrequenz fs = 21 360 kHz die gleiche ZF ergeben. Die Kurzwellenkreise haben besonders bei hohen Frequenzen so flache Resonanzkurven, daß fe und fs nicht hätten getrennt werden können. Wir sehen, daß die Gefahr des Spiegelwellenempfanges mit größer werdender Zwischenfrequenz und hochselektiven Eingangskreisen kleiner wird. Leider steht der Vergrößerung der Zwischenfrequenz ein anderer Nachteil gegenüber. Je höher die Frequenz, desto kleiner werden nämlich Trennschärfe und Stufenverstärkung.

Aus diesem Grunde wendet man häufig das sogenannte Doppelüberlagerungsprinzip an. Hierbei transponiert man zunächst das Eingangssignal auf eine hohe ZF von etwa 3000 kHz und formt in einer weiteren Mischstufe schließlich auf eine niedrige ZF von z. B. 100 kHz um. Die erste Zwischenfrequenz liefert gute Spiegelwellensicherheit, die zweite große Trennschärfe und Verstärkung (Bild 22). In

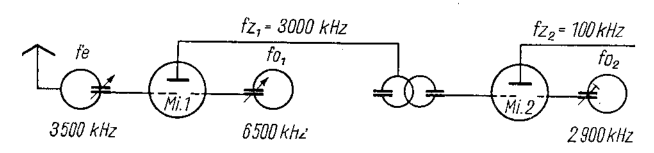


Bild 22. Prinzip des Doppelsuperhets

Rundfunksuperhets ist diese Maßnahme kaum erforderlich, weil im Mittelwellen- oder Langwellenbereich der Abstand zwischen Eingangs- und Spiegelfrequenz relativ groß ist und bei KW-Empfang vom Durchschnittshörer weniger Wert auf beste Übertragung gelegt wird.

Es dürfte wohl klar sein, daß der Bau eines Doppelsuperhets für Kurzwellen sehr große Fertigkeiten, Kenntnisse und Er-

fahrungen vom Erbauer verlangt. Die Herstellung eines einfachen KW-Supervorsetzers wird jedoch jedem sorgfältig arbeitenden Amateur gelingen.
Der Supervorsatz stellt in Verbindung mit einem Geradeausempfänger einen KW-Super dar und ergibt mit einem nachgeschalteten Rundfunksuperhet einen einfachen Doppelüberlagerungsempfänger. Dazu werden sämtliche Stufen des nachgeschalteten Empfängers ausgenutzt.

2.22 **Ein einfacher 80-m-Supervorsetzer**

Bild 23 zeigt die einfachste mögliche Schaltung eines Super-Vorsatzgerätes. Da er keinen Drehkondensator enthält und sowohl der Eingangs- als auch der Oszillatorkreis fest abgestimmt sind, ist sein Aufbau sehr einfach. Die Abstimmung auf den gewünschten Amateursender erfolgt wie beim Rundfunkempfang mit der Frequenzeinstellung des Rundfunkgerätes, das auf den Mittelwellenbereich geschaltet ist.

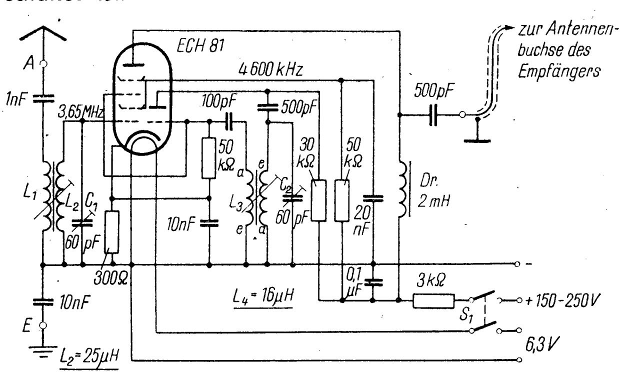


Bild 23. Schaltung des einfachen 80-m-Vorsetzers

Der Eingangskreis unseres Vorsetzers ist mit L_2 und C_1 auf etwa 3650 kHz und der Oszillatorkreis auf etwa 4600 kHz fest eingestellt. Das 80-m-Amateurband reicht jedoch von

3500 bis 3800 kHz. Da, wie bereits mehrfach erwähnt, die KW-Kreise sehr flache Resonanzkurven haben, läßt unser Eingangskreis auch die Nachbarfrequenzen noch mit genügender Stärke an die Mischröhre gelangen. An den Bandenden fällt die Empfindlichkeit natürlich etwas ab. Mit der festen Oszillatorfrequenz von 4600 kHz liefert die Mischröhre Zwischenfrequenzen, die im Bereich von 800 bis 1100 kHz (270 bis 375 m) liegen. Auf diese Frequenzen wird das Rundfunkgerät eingestellt; wir arbeiten also mit abstimmbarer erster Zwischenfrequenz.
Für die beiden Spulen kann man gut Görler-Vierkammerkörper mit Eisenkern verwenden, wie sie als Sperrkreise im Handel erhältlich sind. L_1 kommt mit 10 Windungen Draht 0,3 CuLS in eine Kammer, L_2 mit 30 Windungen (entsprechend einer Induktivität von 25 μH) in die übrigen drei Kammern des einen Wickelkörpers. Der andere Körper erhält für L_3 8 Windungen Draht 0,3 CuLS in Kammer 1 und für L_4 24 Windungen (entsprechend 16 μH) in Kammer 2 bis 4. Für die Spulen L_2 und L_4 kann man HF-Litze $10 \times 0{,}07$ oder Draht von etwa 0,5 mm Stärke benutzen. Bei gleichem Wickelsinn geht von Spule L_3 das Ende und von Spule L_4 der Anfang an Masse. Die Drossel Dr wird auf einen gleichen Körper gewickelt; sie erhält etwa 250 Windungen Draht 0,1 CuL. Sehr vorteilhaft für den ersten Abgleich erweist sich hier ein Griddipper, den sich jeder Amateur vor dem Aufbau von KW-Empfangs- und -Sendegeräten herstellen sollte. Man kommt ohne dieses praktische Gerät ebensowenig aus wie ohne Glimmlampenprüfer und Vielfachinstrument.
Der Vorsetzer kann ohne weiteres im Rundfunkgerät, z. B. an der Seitenwand des Gehäuses, untergebracht werden. Einstellorgane führen nicht nach außen. Lediglich ein Kippschalter S_1 zum Unterbrechen der Betriebsspannungen ist erforderlich. Die Antenne und die Zuleitung vom Vorsetzerausgang zur Antennenbuchse des Empfängers kann von Hand umgesteckt werden. Die einfache Handhabung ist ein besonderer Vorteil des Vorsetzers.

Dem stehen aber eine Reihe Nachteile gegenüber, deren kleinster die geringere Empfindlichkeit an den Bandenden gegenüber der Bandmitte ist. Schwerwiegender ist die Tatsache, daß die starken Mittelwellensender, die im genannten

Abstimmbereich von 800 bis 1100 kHz liegen, die Abschirmungen umgehen und mit den Amateurstationen Interferenztöne bilden. Der Empfang wird dadurch natürlich erheblich beeinträchtigt, wenn nicht ganz unmöglich. Die Verbindungsleitung vom Konverterausgang zur Antennenbuchse des Rundfunkgerätes muß lückenlos abgeschirmt sein, damit diese Leitung nicht als Mittelwellenantenne wirken kann. Leider ist der Aufbau der meisten Industriegeräte so ungünstig, daß sie auch bei abgeschalteter Antenne allein über die Netzleitung und die nicht durch Bodenplatten abgeschirmte Verdrahtung eine ganze Reihe Rundfunkstationen bringen. Die Sender fallen zwar leise und verrauscht ein, würden beim KW-Empfang aber doch das lästige Pfeifen

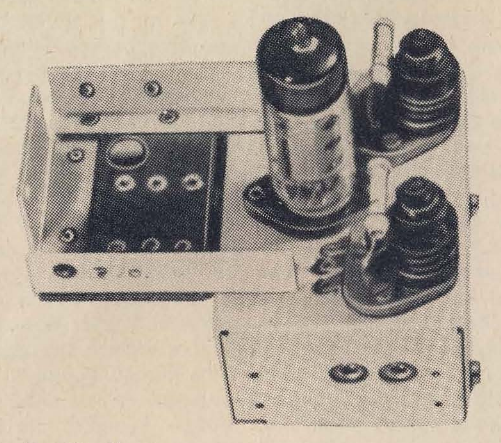


Bild 24. Der 80-m-Vorsetzer

hervorrufen. Es empfiehlt sich daher unbedingt, vor dem Bau dieses Vorsetzers das Rundfunkgerät in dieser Richtung genau zu überprüfen. Es darf ohne Antenne, außer höchstens dem Ortssender, keine andere Station bringen. Selbst wenn das der Fall ist, wird im praktischen Betrieb mit dem Vorsetzer immer noch Energie von starken Mittelwellensendern über die Schalt- und Röhrenkapazität des Konverters ins

Rundfunkgerät eingekoppelt. Das ist ein Nachteil, der in der Grundkonzeption des Gerätes begründet ist und nicht abgestellt werden kann. Man müßte evtl. die Oszillatorfrequenz durch einen kleinen KW-Drehkondensator (5 pF genügen) etwas variabel machen, um den starken Sendern ausweichen zu können. Im Raume Berlin, wo eine größere Anzahl Ortsstationen mit z. T. ganz erheblichen Energien arbeiten, wird man das einfache Vorsatzgerät nur schwer zu störungsfreier Funktion bringen können.
Der Aufbau ist unkritisch. Es sollte aber darauf geachtet werden, daß das Gerät klein und handlich ausgeführt wird. Der Einbau in ein allseitig geschlossenes Metallchassis ist unerläßlich. Bild 24 zeigt ein Baumuster, für das ein alter UKW-Vorsetzer herhalten mußte. Auf eine genaue Aufbau- und Verdrahtungsskizze darf im Hinblick auf die Einfachheit wohl verzichtet werden. Die Stromversorgung erfolgt am einfachsten aus dem Rundfunkempfänger.

2.23 **Der einfache Supervorsetzer für alle Bänder**

Selbstverständlich eignet sich das eben beschriebene Schaltungsprinzip unter den genannten Voraussetzungen und Einschränkungen auch für den Empfang der höheren Frequenzbänder. Infolge der nötigen Umschalteinrichtungen für die Bandwahl kann der Vorsetzer natürlich nicht mehr im Rundfunkgerät untergebracht werden.
Ob die Umschaltung durch Dreh- oder Drucktastenschalter erfolgt, ist belanglos. Bewährt hat sich der unbewickelte Tastenschalter (5 Tasten) der Firma G. Neumann, Creuzburg/Werra, der durch Radio-Elbel, Leipzig C 1, vertrieben wird. Die dazugehörenden Trolitulkörper mit KW-Eisenkern (Manifer 11) muß man entsprechend Tafel 3 selbst bewickeln. Entsprechend der Schaltung Bild 25 und dem Verdrahtungsplan Bild 27 wird die Schalterplatte verdrahtet. Vor dem Spulenwickeln braucht man nicht zurückzuschrecken. Es ist sehr einfach, wenn man den Spulenanfang durch ein Seidenfädchen festbindet und durch einen Tropfen Duosan sichert. Windung wird straff neben Windung gelegt und das Ende in gleicher Weise wie der Spulenanfang fixiert (Bild 26). Der Abgleich

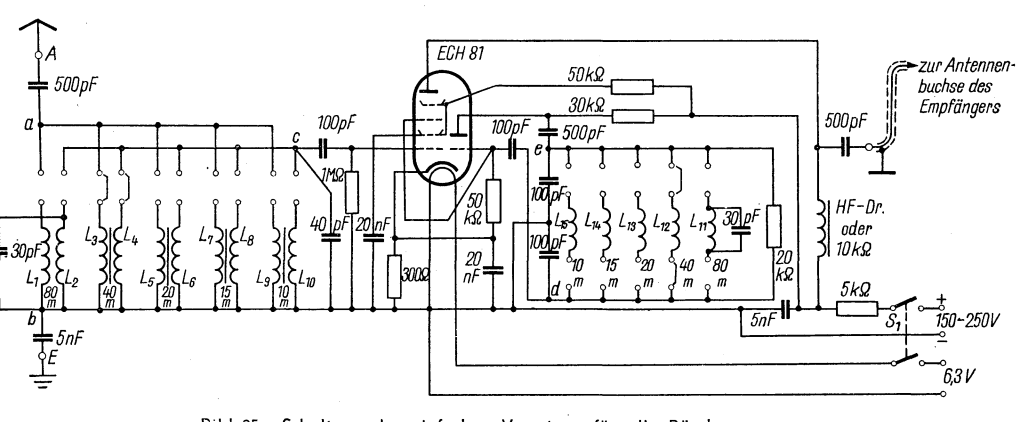


Bild 25. Schaltung des einfachen Vorsetzers für alle Bänder

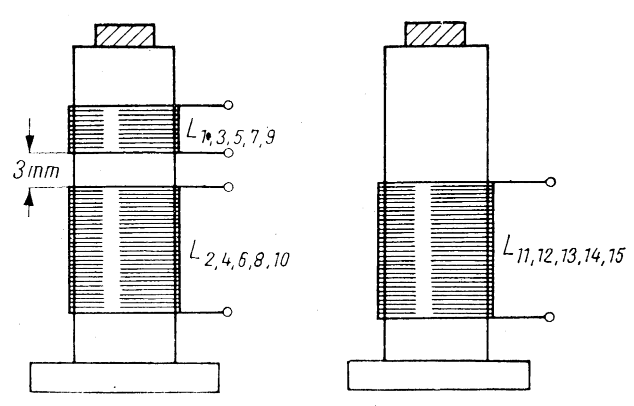


Bild 26. Konstruktion der Spulen für den einfachen Vorsetzer

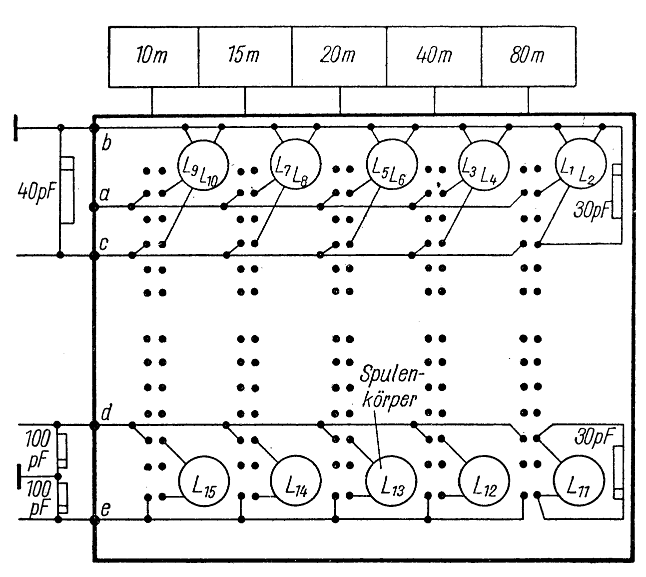


Bild 27. Verdrahtungsplan der Schalterplatte

ist einfach. Das Rundfunkgerät wird auf 1000 kHz (300 m) eingestellt. An der Antennenbuchse des Konverters ist ein Meßsender anzuschließen, der beim 80-m-Abgleich auf 3,65 MHz, beim 40-m-Abgleich auf 7,05 MHz, beim 20-m-Abgleich auf 14,2 MHz, beim 15-m-Abgleich auf 21,2 MHz und beim 10-m-Abgleich auf 28,5 MHz einzustellen ist. Der jeweilige Oszillatorkern wird so lange verstellt, bis der Meßsenderton im Lautsprecher zu hören ist. Dann gleicht man den Kern der Eingangsspule auf größte Lautstärke ab. Sehr zu empfehlen ist auch hier ein Vorabgleich mit dem Griddipper. Wurden die Spulen mit dem Griddipper auf die in der Tabelle angegebenen Frequenzen gebracht, wird mit Sicherheit vermieden, daß mit dem Meßsender u. U. auf eine Oberwelle abgestimmt wird. Außerdem sind beim Feinabgleich nur geringe Verdrehungen der Kerne nötig.

2.24 Ein abstimmbarer Supervorsetzer mit Steckspulen

Die Nachteile der beiden vorgenannten Geräte kann nur ein abstimmbarer Vorsetzer überwinden. Bei diesem Konverter werden Eingangs- und Oszillatorfrequenz durch einen Doppeldrehkondensator so eingestellt, daß die entstehende Zwischenfrequenz einen festen Wert von etwa 1600 kHz besitzt. Jeder normale Rundfunkempfänger kann im Mittelwellenbereich auf diese Frequenz (187,5 m) eingestellt werden, sofern es sich nicht um ein veraltetes Gerät handelt. In der Nähe dieser Frequenz findet man leicht eine Einstellung, die frei von Rundfunkstationen ist. Unser Vorsetzer erhält zur weiteren Sicherheit gegen Interferenzstörungen einen Sperrkreis (C_2, L_5), der die Frequenzen um 1600 kHz vom Eingang fernhält. So wird ein von Rundfunksendern ungestörter Empfang der Amateurstationen erreicht. Die Schaltung des Vorsetzers (Bild 28) weicht nur in den Abstimmkreisen von den in den Abschnitten 2.22 und 2.23 beschriebenen Geräten ab.

Den Aufbau der Steckspulen und ihre Wickeldaten findet man in Bild 29 und Tafel 4. Für die Spulen werden Polystyrolkörper von 8 mm Durchmesser mit Manifer-11-Kernen vorgeschlagen, wie sie u. a. auch im Neumann-Drucktasten-

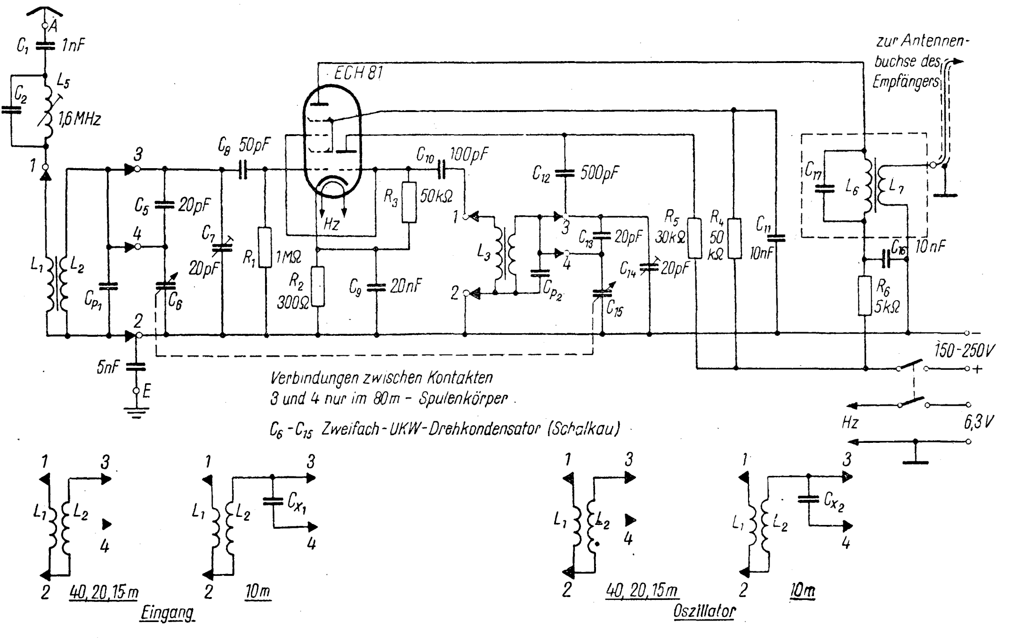


Bild 28. Schaltung des Vorsetzers mit Steckspulen

satz verwendet werden. Die Körper kann man nach dem Bewickeln leicht in die bekannten Stiftröhrenfüße mit Duosan einkleben. Nach etwa 24 Stunden ist die Klebstelle so fest, daß ein Ausbrechen kaum befürchtet werden muß. Wenn auch das Umstecken von je zwei Spulen pro Band und die Lagerung derselben etwas unbequem ist, sollte man doch nicht übersehen, daß vor allem der Anfänger mit einem solchen Gerät viel leichter experimentieren kann als mit einem Vorsetzer, bei dem die Bandwahl durch Schalter erfolgt. Es macht wenig Mühe, eine mißlungene Spule um-

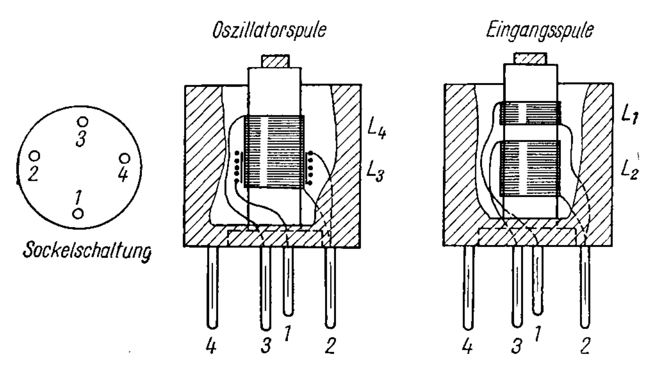


Bild 29. Steckspulen für den Supervorsetzer

zuwickeln, ohne das ganze Gerät auch auf den anderen Bändern stillegen zu müssen. Während die Spulen L_1 und L_2 mit etwa 3 mm Abstand nebeneinander gewickelt werden, muß die Spule L_3 unter Zwischenlage eines Streifens Zellophan, Styroflexfolie oder ähnlichem Isoliermaterial über das kalte Ende der Oszillatorabstimmspule L_4 gewickelt werden. Bei gleichem Windungssinn kommen das Ende von L_4 und der Anfang von L_3 an Stift 2 (Masse) des Fußes. Sollte auf einem Band der Oszillator nicht schwingen, wird dieses Anschlußschema nicht beobachtet worden sein. Ein Vertauschen der Anschlüsse einer der beiden Spulen beseitigt diesen Fehler. Der Schwingzustand des Oszillators kann leicht mit einem Milliamperemeter festgestellt werden, das

zwischen R_3 und Katode geschaltet wird (Bild 30). Es muß wenigstens einen Strom von 0,1 mA anzeigen; er sollte andererseits aber auch nicht größer als 0,3 mA werden. Eine Änderung der Schwingamplitude wird durch Veränderung der Oszillatorrückkopplungsspule L_3 erreicht. Zeigt das Instrument Null an, schwingt der Oszillator gar nicht.

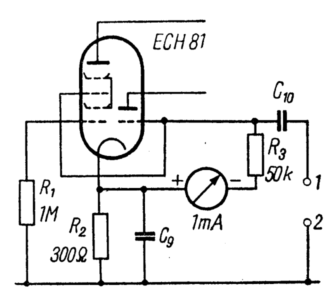


Bild 30. Messung des Oszillator-Gitterstromes

Die Kondensatoren C_5 und C_{13} sind Verkürzungskondensatoren, die die Spreizung auf den höheren Amateurbändern bewirken. Auf 80 m werden sie durch die zwischen den Stiften 3 und 4 des Steckspulenfußes liegende Brücke umgangen.

Die in der Mischröhre entstandene feste Zwischenfrequenz braucht nicht wie bisher aperiodisch an den nachgeschalteten Rundfunkempfänger gegeben zu werden. Es wird vielmehr ein 1600-kHz-Abstimmkreis mit Auskoppelspule (L6/L7) vorgesehen, der eine Erhöhung der ZF-Spannung gegenüber aperiodischer Kopplung zur Folge hat und die Trennschärfe des Gerätes verbessert.

Der Abgleich der Steckspulen erfolgt in der schon beschriebenen Weise zuerst grob mittels Griddipper und danach mit dem Meßsender oder Frequenzmesser. Der Abgleich erfolgt in Bandmitte; im 80-m-Band also bei etwa $\frac{3{,}45 + 3{,}85}{2}$ $= 3{,}65$ MHz, im 20-m-Band bei $\frac{13{,}8 + 14{,}6}{2} = 14{,}2$ MHz usw.

Nach dieser Arbeit überzeuge man sich, ob bei eingedrehtem Drehkondensatorpaket tatsächlich der gewünschte Bandanfang (z. B. 3,45 MHz) und bei herausgedrehtem Paket das Bandende (z. B. 3,85 MHz) erreicht werden. Eine evtl. notwendige Vergrößerung des Einstellbereiches wird durch Verkleinerung von C_p bzw. Vergrößerung von C_s erzielt. Sind Oszillator und Eingangskreise eingestellt, stimmt man den 1600-kHz-Kreis, der die Energie zum Empfangsgerät auskoppelt, auf Lautstärkemaximum ab. Der 1600-kHz-Sperrkreis, der in der Antennenzuleitung liegt, soll alle von der Antenne aufgenommenen Sender, die in der Nähe von 1600 kHz arbeiten, sperren. Er muß deshalb mit dem Meßsender so abgeglichen werden, daß der Meßsenderton Lautstärkeminimum erreicht. Ohne Meßsender ist diese Arbeit unmöglich; dann läßt man ihn lieber so eingestellt, wie er geliefert wurde. ZF-Sperrkreis, 1600-kHz-Filterkreis und unbewickelte Spulenkörper mit Eisenkernen können von der schon genannten Firma Elbel bezogen werden.

2.25 Vergrößerung der Empfindlichkeit und Spiegelselektion des Supervorsetzers

Jeder Superhetempfänger oder Supervorsetzer ohne HF-Vorstufe hat im allgemeinen wohl eine wesentlich größere Trennschärfe als jeder mögliche Amateurempfänger, der nach dem Geradeausprinzip arbeitet; aber seine Empfindlichkeit ist geringer. Das liegt an dem verhältnismäßig großen Rauschwiderstand der Mischröhren, der mit 50 bis 100 kOhm gegenüber 1 bis 5 kOhm normaler Pentoden eine erhebliche Rauschspannung entstehen läßt. Jeder Sender, der am Gitter der Mischröhre eine Nutzspannung erzeugt, die kleiner als die Rauschspannung ist, bleibt natürlich unhörbar, er geht im Empfängerrauschen unter. Die Senderspannung muß wenigstens 3- bis 5mal größer als die Rauschspannung sein, wenn das Signal aufnehmbar sein soll. Da die Kurzwellenkreise außerdem sehr flache Resonanzkurven haben, wird auch bei hoher Zwischenfrequenz ein Spiegelwellenempfang vor allem in den Bändern über 14 MHz nicht ganz vermeidbar sein. Eine Besse-

rung kann nur durch höhere Verstärkung vor der Mischröhre und selektivere Eingangskreise erreicht werden. Man schaltet deshalb gern vor die Mischröhre eine weitere Röhre als Hochfrequenzverstärker, die durch den zusätzlichen Schwingkreis außer der Empfindlichkeitssteigerung eine bessere Vorselektion und damit größere Spiegelwellensicherheit ergibt.

Wird diese HF-Stufe im Interesse guter Vorselektion abstimmbar ausgeführt, benötigt man nun allerdings einen Dreifach-Drehkondensator. Auch sind beim Bandwechsel drei Spulen auszutauschen oder umzuschalten. Des weiteren müssen auf jedem Bereich drei Schwingkreise in Gleichlauf gebracht werden. Dem Anfänger können darüber hinaus durch ungünstigen Aufbau der HF-Stufe erhebliche Schwierigkeiten erwachsen. Bei der geringsten kapazitiven und induktiven Kopplung der beiden HF-Kreise aufeinander entstehen Selbsterregungen der HF-Stufe. Also auch hier dürfen die Schwierigkeiten nicht unterschätzt werden.

Wir wollen uns deshalb zunächst einen einfachen, aber doch leistungsfähigen KW-Supervorsetzer mit aperiodischer, d. h. unabgestimmter HF-Stufe ansehen, für den der komplette, fertig bewickelte Spulensatz im Handel zu haben ist.

2.26 **Supervorsetzer mit Drucktasten und HF-Vorstufe**

Wie Bild 31 zeigt, wird die Antennenspannung über einen ZF-Sperrkreis der durch den Drucktastensatz jeweils eingeschalteten Antennenspule L_2 zugeführt. Über den Eingangskreis gelangt das Signal ans Gitter von Röhre 1 (EF 85), wird hier verstärkt und aperiodisch ans Steuergitter der Heptode von Röhre 2 (ECH 81) gegeben. Im Triodensystem dieser Röhre wird die Oszillatorfrequenz erzeugt. Diese liegt im 80-, 40- und 20-m-Band 1600 kHz höher und im 15- und 10-m-Band 1600 kHz tiefer als die Empfangsfrequenz. Im Anodenkreis der Heptode tritt demnach die konstante Zwischenfrequenz von 1600 kHz auf. Diese gelangt schließlich über den ZF-Kreis (L7, C14), die Kopplungsspule (L8) und ein abgeschirmtes Kabel an die Antennenbuchse des Rundfunkempfängers. Dieser wird fest

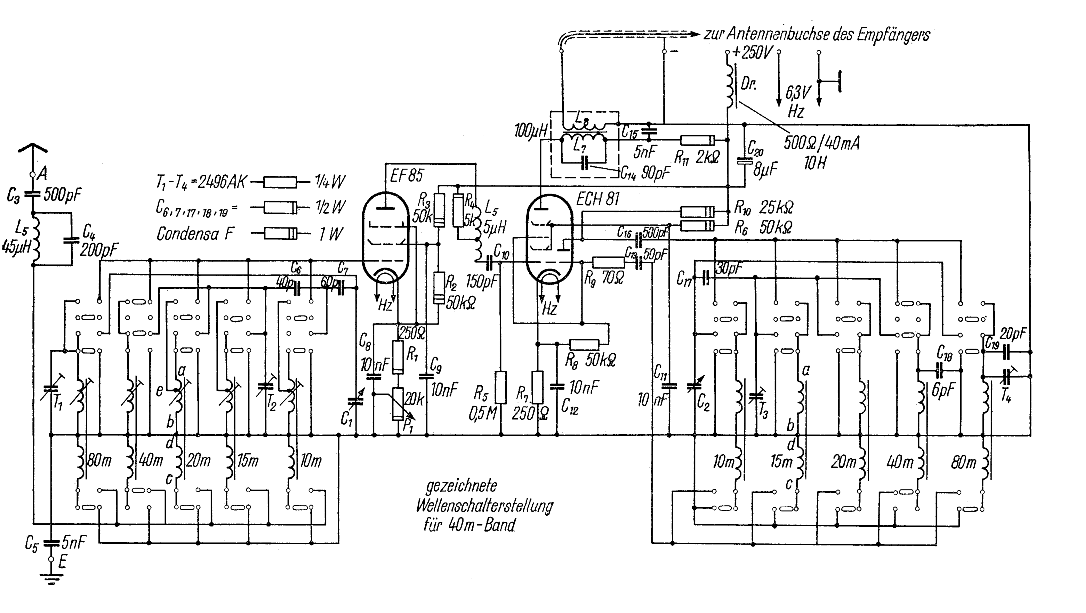


Bild 31. Schaltung des Drucktasten-Superhetvorsetzers

auf 1600 kHz eingestellt. Das Potentiometer P1 in der Katodenleitung der EF 85 dient zur Regelung der HF-Verstärkung, um bei großen Feldstärken einer Übersteuerung der Mischstufe und damit der Entstehung von Kreuzmodulationen vorzubeugen. Auf die ZF-Sperre darf nicht verzichtet werden, weil sie evtl. Signale auf 1600 kHz, die zu den unangenehmen Überlagerungspfiffen führen würden, unterdrückt.

Die Spule L6 bildet in Verbindung mit der Ausgangskapazität von Röhre 1 und der Eingangskapazität von Röhre 2 ein Pi-Filter und hebt die höheren Frequenzen (15- und 10-m-Band) etwas an, wodurch die Verstärkung der HF-Stufe in allen Bändern nahezu gleich groß ist (etwa 3- bis 8fach). Der Spulensatz kann unter Verwendung des unbewickelten Neumann-Drucktasten-Satzes selbst angefertigt werden. Die Wickeldaten sind in Tafel 5 angegeben. Zur Abstimmung wird der bekannte UKW-Drehkondensator mit etwa 2×10 pF Kapazitätsvariation der ÖHG Schalkau benutzt. In den Bändern 10 bis 40 m wird der Drehkondensator durch C6, C7 und C17 elektrisch verkürzt, wodurch alle Bänder über den größten Teil der Skala gespreizt sind. Die Trimmer T1 bis T4 und die Kondensatoren C18 und C19 dienen in Verbindung mit den Spulenkernen zur Herstellung des Gleichlaufes zwischen Vor- und Oszillatorkreis. Für die Herstellung der Abstimmspulen sei noch folgender Hinweis gegeben: In Tafel 5 sind außer den Windungszahlen nur die Wicklungslängen angegeben. Die Drahtstärke wird man so wählen, daß die geforderte Wicklungslänge annähernd erreicht wird. Geringe Differenzen in der Länge können fast immer durch den Eisenkern ausgeglichen werden. Die Meinung, daß die genaue Drahtstärke angegeben sein muß, ist irrig. Die Induktivität wird bei einlagigen Spulen, wie beim Einkreiser bereits erläutert wurde, nur durch Wicklungslänge und -durchmesser und bei Eisenkern-Kammerspulen (z. B. Görler-4-Kammerkörper) durch den Kernfaktor und nur in unbedeutendem Maße von der Spulendrahtstärke bestimmt.

Unsere einlagigen Zylinderspulen werden am Anfang und am Ende der Wicklungen mit etwas Nähseide abgebunden und durch sparsam verwendetes Duosan festgelegt. Die

Antennenspulen liegen etwa 1 mm neben den Vorkreis-Abstimmspulen. Die Rückkopplungsspulen L4 sind unter Zwischenlage von Isolierband (Triazetatfolie oder Cellophan) über die Oszillator-Abstimmspulen L3 gewickelt. Für L2 und L4 wird Draht von etwa 0,2 bis 0,3 mm Stärke verwendet. Vor dem Aufkleben der Spulen auf die Montageplatte sollte man einen Vorabgleich durchführen. Dieser gibt auch Auskunft, ob die Windungszahl der Spule stimmt. Zu diesem Zwecke schaltet man provisorisch die Abstimmspulen mit einem Kondensator von 50 pF ± 2 % zusammen. Bei halbeingedrehtem Kern muß sich in Bandmitte (z. B. 3,7 MHz) Resonanz am Griddipper ergeben. Bild 32 zeigt die Beschaltung der Tastenschalterplatte.
Zum Löten darf keinesfalls Lötfett verwendet werden. Nach kurzer Zeit würden sich Kontaktfehler einstellen. Zur Erzielung hoher Kreisgüten sollte man bei der Selbstherstellung der ZF-Sperre und des ZF-Kreises nur Hochfrequenz-

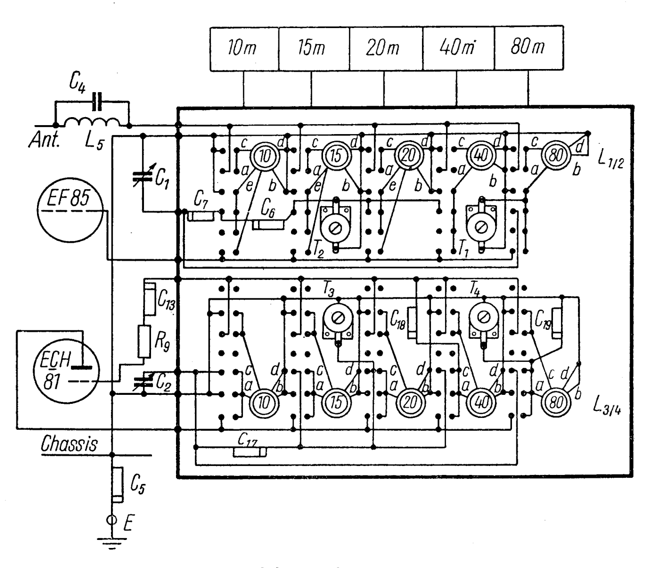


Bild 32. Verdrahtung der Schalterplatte

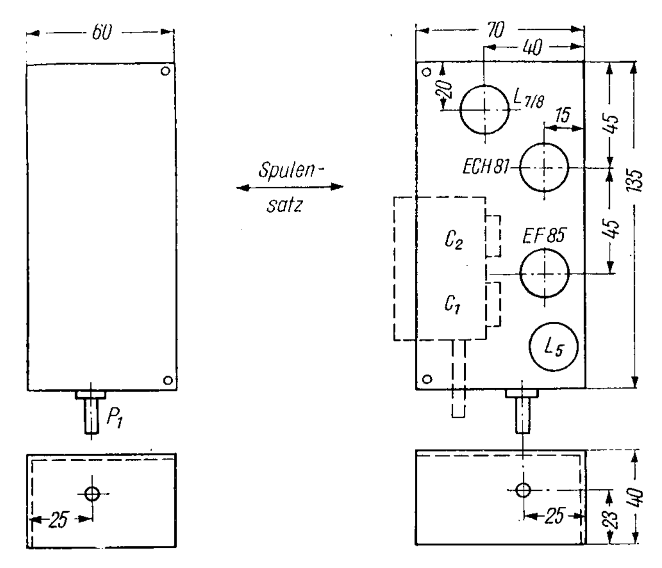


Bild 33. Maßskizze für die Anbauchassis

litze und qualitativ hochwertige Spulenkörper mit Eisenkern verwenden. Besonders gut geeignet sind Topfkerne (z. B. MV 311). Sehr wichtig ist bei der Verarbeitung von Hochfrequenzlitze, daß wirklich jedes einzelne Drähtchen sauber abisoliert und verlötet wird. Wird auch nur ein einziges Litzendrähtchen nicht erfaßt oder abgerissen, hat die Spule eine wesentlich schlechtere Güte als eine aus Volldraht hergestellte.

Der Tastensatz bildet den Grundstock des Gerätes. An beiden Seiten wird je ein kleines Aluminium-Teilchassis angesetzt. Zwei Alustreifen verbinden zur Verbesserung der Stabilität an der Rückseite diese beiden Chassis. Bild 33 zeigt die Maßskizzen der Teilchassis und die Bilder 34 und 35 Aufnahmen des Gerätes. Man kann Einzelheiten des mechanischen Aufbaus gut erkennen. Natürlich kann man auch ein größeres, vierseitig abgewinkeltes Chassis her-

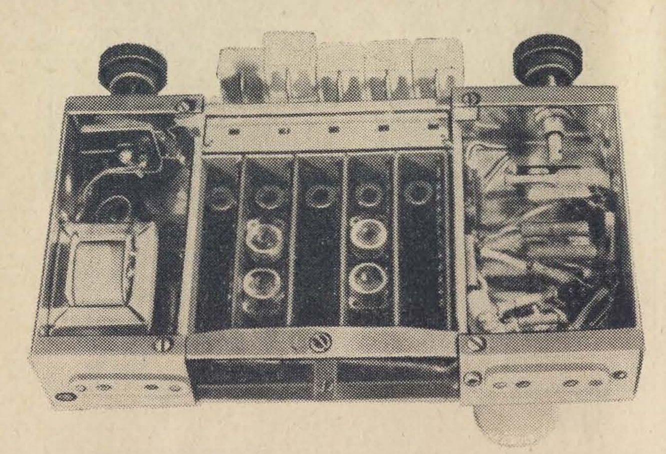


Bild 34. Chassis des Drucktasten-Supers von unten

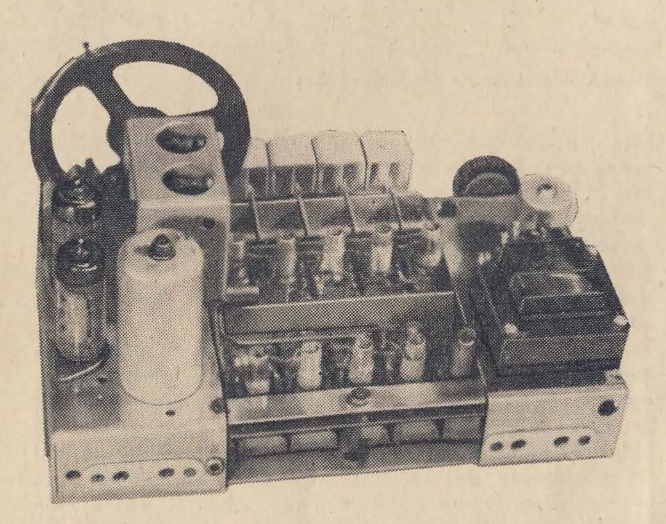


Bild 35. Chassis des Drucktasten-Supers von links hinten

stellen, das einen entsprechend großen Ausschnitt für die Aufnahme des Tastenschalters erhält. Vor allem soll man weiträumiger bauen, wenn ein späterer Ausbau zum Vollsuperhet bzw. zum Doppelsuperhet geplant ist.

Im rechten Teil des Chassis sind die Röhren und alle dazugehörigen Bauelemente untergebracht. Die Pertinaxgrundplatte des Tastensatzes erhielt an den Seiten einige Löcher, die als Stützpunkte für die vielen Widerstände und Kondensatoren dienten. Dadurch wurde die Stabilität der Verdrahtung beträchtlich verbessert. Der linke Teil des Chassis nimmt das Potentiometer P1 und die Bauelemente des Netzteiles auf.

Im Mustergerät wurde ein kleiner Heiztransformator eingebaut. Die Anodenspannung lieferte das Rundfunkgerät. Natürlich ist es auch möglich, dem Konverter ein eigenes komplettes Netzteil zu geben. Damit ist man vom nachgeschalteten Empfänger unabhängig, und Eingriffe in diesen erübrigen sich. Unter Berücksichtigung des evtl. späteren Ausbaus wird man das Netzteil reichlich auslegen (wenigstens 6,3 V/2 A; 250 V/60 mA).

Für die Allstromausführung kommen die Röhren UF 85 und UCH 81 in Frage. Der Anodenstrombedarf des Konverters liegt bei etwa 20 mA, für die Heizung des Wechselstromgerätes werden 0,6 A benötigt.

Zum Abgleich braucht man die schon mehrfach erwähnten Meßgeräte. Bei eingesetzten Röhren wird zunächst mittels Griddipper ein Vorabgleich bei den in Tafel 5 angegebenen Frequenzen durchgeführt. Dieser Vorabgleich ist unbedingt erforderlich, weil es sonst nahezu unmöglich ist, beim Feinabgleich die Bänder zu finden. Nach erfolgtem Vorabgleich wird das Gerät eingeschaltet und mit einem abgeschirmten, kapazitäts- und verlustarmen Kabel (Fernsehantennenkabel) von maximal 50 cm Länge die Verbindung zur Antennenbuchse des Rundfunkgerätes hergestellt, welches auf etwa 1600 kHz einzustellen ist. Ein Meßsender bzw. aktiver Frequenzmesser wird nun an der Antennenbuchse des Konverters angeschlossen. In folgender Reihenfolge wird bei den angegebenen Frequenzen auf maximale Leistung abgeglichen:

20-m-Band bei etwa 14,0 MHz mit den Spulenkernen
20-m-Band bei etwa 14,4 MHz mit den Trimmern T2 und T3
40-m-Band bei etwa 7,1 MHz mit den Spulenkernen
14-m-Band bei etwa 21,2 MHz mit den Spulenkernen
10-m-Band bei etwa 28,5 MHz mit den Spulenkernen
80-m-Band bei etwa 3,5 MHz mit den Spulenkernen
80-m-Band bei etwa 3,75 MHz mit den Trimmern T1 und T4

Der Zwischenfrequenzkreis wird auf maximale Lautstärke einreguliert. Zum Schluß stellt man den Zwischenfrequenzsperrkreis auf Minimum ein. Zu diesem Zweck muß der Meßsender mit der am Empfänger eingestellten Frequenz (etwa 1600 kHz) an der Antennenbuchse des Konverters angeschlossen werden.

Für den Fall, daß einmal ein anderes Verbindungskabel verwendet wird, muß der ZF-Kreis nachgestimmt werden, da die Kapazität des Kabels Einfluß auf die Resonanzfrequenz des Kreises hat. Es ist übrigens ratsam, vor dem gesamten Abgleich zu prüfen, ob der Oszillator in allen Bereichen schwingt. Auch sollte eine Zwischenfrequenz gewählt werden, die frei von Rundfunkstationen ist. Zwischen 1620 und 1640 kHz findet man leicht eine solche freie Stelle. Das Gerät arbeitet gleich gut in Wechselstrom- und Allstromausführung. Es können auch ältere Röhren (z. B. EF 13, ECH 11 usw.) benutzt werden. Immer kommt es aber darauf an, die Röhrenfassungen so einzubauen, daß sich möglichst kurze Verbindungsleitungen in den Abstimmkreisen ergeben. Die Antennenkopplung ist so gewählt, daß die besten Empfangsergebnisse mit normaler Hochantenne erzielt werden. Mit normaler Hochantenne konnten auf den höheren Amateurbändern Stationen aus allen Erdteilen lautstark aufgenommen werden.

2.27 Der Telegrafieüberlagerer

Da moderne Rundfunkempfänger keine Rückkopplung mehr besitzen, die man dazu verwenden könnte, tonlose Telegrafie hörbar zu machen, muß man einen sogenannten Telegrafieüberlagerer vorsehen. Das ist ein Oszillator, der

eine Frequenz erzeugt, die um etwa 1 kHz von der Zwischenfrequenz des Empfängers abweicht. Diese wird der Zwischenfrequenz überlagert, wodurch nach der Demodulation die Schwebungsfrequenz hörbar wird. Man kann den Überlagerer (BFO) sowohl für die erste Zwischenfrequenz (1600 kHz) als auch für die im Rundfunkempfänger vorhandene (z. B. 470 kHz) auslegen. Im ersten Falle muß die Überlagerungsfrequenz an der Anode der im Konverter vorhandenen Mischröhre und im zweiten Falle an den Demodulator des Rundfunkempfängers angekoppelt werden. Bild 36 zeigt die Schaltung des BFO. Er wird komplett auf einem kleinen Aluminiumchassis oder Aluminiumwinkel aufgebaut und dann an geeigneter Stelle auf das Chassis des Konverters bzw. des Rundfunkempfängers geschraubt. Der auf der zweiten Zwischenfrequenz arbeitende Überlagerer erweist sich oft als der günstigere, da durch sein Signal die Schwundregelung des Empfängers nicht oder nur schwach in Tätigkeit gesetzt wird. Bei starkem, auf der ersten Zwischenfrequenz arbeitendem BFO kann u. U. durch die Schwundregelung der Empfänger sehr unempfindlich werden. Das erkennt man daran, daß bei eingeschaltetem BFO das magische Auge bereits einen weiten Ausschlag

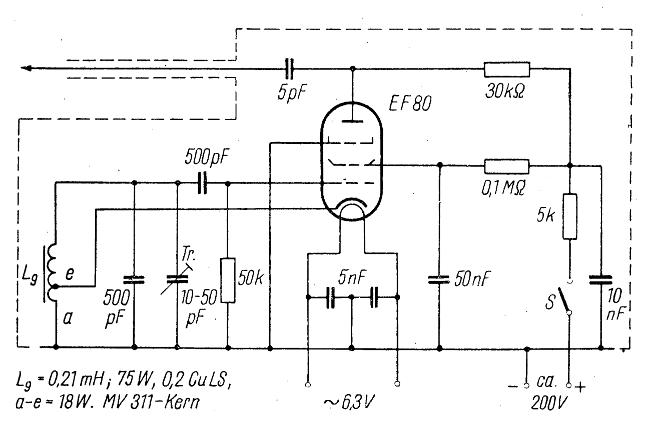


Bild 36. Schaltung des Telegrafieüberlagerers

anzeigt, obwohl gar kein Sender von der Antenne aufgenommen wird. Die für unseren BFO gegebenen Wickeldaten (Bild 36) gelten für eine ZF von 470 kHz. Der im Schaltbild angegebene Schalter S gestattet das Ein- und Ausschalten (CW/Fonie) des Überlagerers. Hat man einen kleinen Drehkondensator von etwa 10 bis 20 pF, kann dieser sehr zweckvoll an Stelle des Trimmers Tr eingebaut werden.
Damit läßt sich die Tonhöhe verstellen. Die Überlagerungsfrequenz wird über ein Stück Abschirmkabel an den Diodenanschluß des Empfängers gebracht. Es genügt, wenn die Kabelseele am Ende zu einer kleinen Spirale gedreht und in unmittelbare Nähe des Demodulatoranschlusses gesetzt wird. Durch eine Schelle oder einen Drahtring muß das Kabel so festgelegt werden, daß eine unbeabsichtigte Verschiebung nicht möglich ist.
Die Einstellung des CW-Oszillators erfolgt nach dem Einbau in das Rundfunkgerät. Ein KW-Sender oder Meßsenderton wird empfangen und der Überlagerer durch Verdrehen des Spulenkernes oder des Trimmers auf die Zwischenfrequenz gebracht. Das zeigt sich dadurch an, daß der zunächst helle Pfeifton tiefer wird, um schließlich Schwebungsnull zu ergeben. Der Kern wird so weit verdreht, daß ein Pfeifton von etwa 800 bis 1000 Hz entsteht. Hat der Überlagerer den erwähnten Drehkondensator, muß dieser beim Abgleich in Mittelstellung stehen. Beim Verdrehen des Drehkondensators nach beiden Seiten muß der Ton jeweils ansteigen.

2.28 Supervorsetzer mit abgestimmter HF-Stufe und Spulenrevolver

Leider erlaubt der im vorigen Abschnitt erwähnte, an sich recht zuverlässige Tastensatz nur die Unterbringung eines Vor- und eines Oszillatorkreises. Mit abgestimmter HF-Vorstufe ließen sich jedoch eine weit höhere Verstärkung und bessere Vorselektion mit guter Spiegelfrequenzsicherheit erreichen. Ein Vorsetzer mit zwei abstimmbaren HF-Vorkreisen liefert deshalb auch die besten Empfangsergebnisse. Allerdings müssen jetzt bei Bandwechsel drei Abstimmspulen,

die nicht aufeinander koppeln dürfen, umgeschaltet werden. Steckspulen bewähren sich jetzt nicht mehr, sofern man nicht eine Konstruktion wählt, die, ähnlich wie bei älteren kommerziellen Geräten (HRO, AQST), die Spulen jedes Bandes in einem Kasten mit Steckerstiften enthält. Die Herstellung ist nicht einfach und wird nur erfahrenen Amateuren gelingen, die über eine gute Werkstatteinrichtung verfügen. Auch ist die Handhabung der Kästen nicht sehr praktisch. Sowohl die Industrie als auch die Amateure haben deshalb bald nach anderen, praktischeren Umschaltmethoden gesucht und den Spulenrevolver entwickelt.

Auch in einigen Rundfunkempfängern wurden sie vor einigen Jahren verwendet. Für Bastlerzwecke stellte bis vor kurzem die Firma HFW – Meuselwitz einen Spulenrevolver her. Dieser Baustein ist für die Rundfunkbänder (4 × KW, 1 × MW, 1 × LW) bewickelt, teilweise aber auch in unbewickeltem Zustand noch häufig im Handel zu haben. Zur Zeit wird von einer anderen Firma ein ähnliches Aggregat speziell für Amateurzwecke entwickelt.

Wie man aus dem Schaltbild (Bild 37) erkennt, weicht die Schaltung nur unwesentlich von der des Drucktasten-Vorsetzers ab. Lediglich zwischen HF- und Mischröhre befindet sich jetzt an Stelle aperiodischer Koppelglieder ein umschaltbarer Schwingungskreis, der mit Hilfe des Drehkondensators auf die gleiche Frequenz wie der Eingangskreis abgestimmt wird. Da mit dem Oszillator also insgesamt drei Kreise abgestimmt werden müssen, benötigt man einen Dreifach-KW-Drehkondensator. Die in Tafel 6 angegebenen Wickeldaten gelten für den Fall, daß ein Drehkondensator von etwa 3 × 4 – 17 pF verwendet wird. Kann man einen solchen nicht erhalten, tut es zur Not auch ein Rundfunk-Drehkondensator mit 3 × 500 pF, der durch Serien-Kondensatoren von 30 pF pro Paket verkürzt wird. Allerdings wird dann die vorgesehene Bandspreizung nicht mehr ganz der ursprünglichen entsprechen. Auch werden die Bandanfänge (z. B. 3500 bis 3600 kHz) stark auseinandergezogen, während die Bandenden auf der Skala zusammengedrängt erscheinen. Für den CW-Empfang ist das natürlich günstig, weil sich damit eine weitere Feineinstellung ergibt. Schließlich kann man auch einen Doppel-Drehkondensator (z. B. UKW-

zur Antennenbuchse des Rundfunkempfängers

Verbindung zwischen den Kontakten 2-3, 6-7 und 11-12 nur auf der 80m-Spulenplatte.
Wickeldaten für 1600 kHz-Sperre und ZF-Kreis siehe Tab. 5.

Bild 37. Schaltung des Spulenrevolver-Vorsetzers

Drehkondensator von Schalkau) verwenden und mit ihm Oszillator- und Zwischenkreis abstimmen. Für den Eingangskreis müßte man einen getrennten KW-Drehkondensator (etwa 20 pF) vorsehen. Dieser Drehkondensator steht im allgemeinen in Mittelstellung, d. h., er ist auf Bandmitte eingestellt und wird nur zur Verbesserung des Empfanges im praktischen Betrieb in seiner Einstellung etwas korrigiert. Diese Einstellung ist nicht sehr kritisch, weil der Eingangskreis durch den dämpfenden Einfluß der Antenne sehr breit liegt. In schwierigen Empfangssituationen kann man aber auch durch sorgfältiges Nachstimmen noch einiges aus dem Gerät herausholen.

Es ist zu beachten, daß Gitter- und Anodenkreis der HF-Röhre auf der gleichen Frequenz arbeiten und bei unsachgemäßem Aufbau leicht eine Verkopplung eintreten kann. Diese Rückkopplung würde jeden Empfang unmöglich machen. Zwischen Gitter- und Anodenanschlüsse wird deshalb ein Abschirmblech eingefügt, das den Chassisraum in zwei Kammern teilt. Als Grundregel kann man sich merken, daß sich die Gitter- und Anodenleitungen einschließlich der dazugehörigen Spulen- und Drehkondensatorenanschlüsse gegenseitig nicht „sehen“ dürfen. Wird das beachtet, kommt man ohne die früher häufig in HF-Stufen angewandten Abschirmleitungen aus, die nur unerwünschte Zusatzkapazitäten und Dämpfungen mit sich bringen.

Wegen des Spulenrevolvers muß das Chassis 10 cm hoch sein. Der Spulenrevolver wird am besten an seiner stabilen, senkrecht ins Chassis eingesetzten Zwischenwand angeschraubt. Die Wand muß dort, wo die Spulenrevolveranschlüsse liegen, Bohrungen erhalten, durch die vor dem Einbau ins Chassis isolierte Drahtenden von etwa 5 cm Länge gesteckt werden, die mit den Anschlüssen verlötet sind. Auch die Verkürzungskondensatoren C1, C2 und C3 können bereits angebracht werden. Ein Einbauvorschlag ist in Bild 38 gezeigt.

Für die Stromversorgung braucht man etwa 200–250 V / 10 mA; 150 V stabilisierte Spannung bei etwa 10 mA und 6,3 V / 1 A. Wenn das Netzteil mit auf dem Vorsetzerchassis untergebracht wird, achte man darauf, daß der Netztransformator so weit wie möglich vom Spulenrevolver entfernt aufgestellt

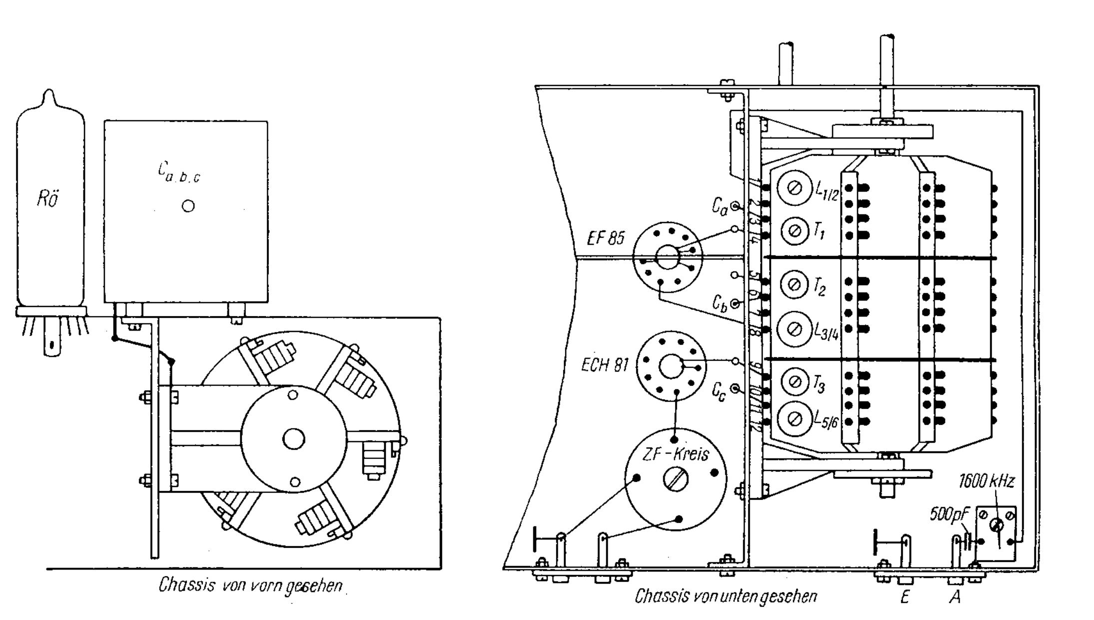


Bild 38. Aufbauskizze des Spulenrevolver-Vorsetzers

und evtl. durch 1 bis 2 mm starkes Eisenblech allseitig (auch nach unten) abgeschirmt wird. Die Oszillatorspulen sind gegenüber magnetischen Streufeldern sehr empfindlich.

Der ZF-Kreis mit Koppelspule und der ZF-Sperrkreis sind für eine Zwischenfrequenz von 1600 kHz bemessen, auf die der Empfänger als ZF-Verstärker eingestellt wird.

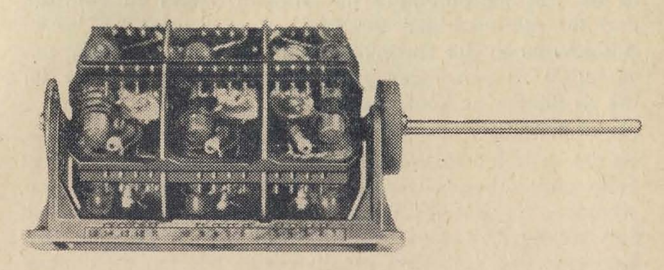


Bild 39. Spulenrevolver von HFWM

Zum Empfang tonloser Telegrafie braucht man einen ZF-Überlagerer. Er entspricht völlig dem im vorigen Abschnitt beschriebenen BFO. Wer den ZF-Satz selbst herstellen möchte, findet die Wickelangaben im Abschnitt über den „Supervorsetzer mit Drucktasten". Während die ZF- und BFO-Spulen von G. Neumann serienmäßig produziert werden, gibt es für den Spulenrevolver keine fertig bewickelten Spulenkörper. Man muß sie selbst anfertigen. Als Kerne werden in den Bändern 10 bis 40 m jene mit roten Gewindekappen und für das 80-m-Band solche mit schwarzer Kappe verwendet. Für diese Kerne sind die in Tafel 6 angegebenen Windungszahlen zutreffend.

Der Abgleich gestaltet sich ebenso wie bei den vorher beschriebenen Geräten. Wer die hierfür nötigen Meßgeräte (Griddipper und Bandfrequenzmesser) nicht selbst besitzt, wird die Abgleicharbeiten sicherlich in einer KW-Kollektiv-Station der GST ausführen dürfen.

2.29 Leistungsfähige Einbereich-Vorsetzer für die dx-Bänder

Viele Amateure besitzen bereits einen mehr oder weniger guten, industriell gefertigten KW-Empfänger. Diese Industrieempfänger sind mechanisch äußerst stabil aufgebaut, haben aber in elektrischer Hinsicht für den Amateurbedarf einige Mängel, die ihre Brauchbarkeit einengen. Sehr zweckmäßig ist es, das Industriegerät im Originalzustand zu belassen und für die niedrigen Bänder, wo noch keine so hohen Anforderungen der Einstellgenauigkeit verlangt werden, unverändert zu verwenden und geeignete Bandvorsetzer für die dx-Bänder zu konstruieren.

Es ist allerdings schwierig, genaue Bauanleitungen zu geben, da die Verhältnisse, Wünsche und Voraussetzungen in jedem Falle anders liegen werden. Der Amateur muß selbst entscheiden, für welches Band der Vorsetzer gebaut werden soll, welche ZF benutzt wird und auf welcher Frequenz der Oszillator des Vorsetzers arbeiten muß. Die Entscheidungen werden nicht schwer fallen, wenn man über einige Grundsätze im Konverterbau unterrichtet ist.

Zunächst verbietet es sich aus Gründen des Material- und Bedienungsaufwandes, die Vorsetzer abstimmbar auszuführen. Um genügend große Empfindlichkeit, Vorselektion und Spiegelfrequenzsicherheit zu erreichen, sollen die Vorsetzer zwei HF-Vorstufen erhalten. Das würde im Falle der Abstimmbarkeit aber für jeden Konverter einen Vierfach-KW-Drehkondensator erfordern. Der nachgesetzte Empfänger wird also als abstimmbarer ZF-Verstärker benutzt. Es kommt das gleiche Prinzip wie beim „einfachen 80-m-Supervorsetzer" zur Anwendung.

Die Wahl der veränderbaren Zwischenfrequenzbereiche, die im nachgeschalteten Empfänger einzustellen sind, richtet sich nach dem zu empfangenden Band und natürlich auch nach dem überhaupt vorhandenen Frequenzbereich des Empfangsgerätes. Unter allen Umständen sollten aber die folgenden Forderungen erfüllt werden:

1. Die Oszillatorfrequenzen müssen so liegen, daß deren Harmonische nicht in die Amateurbänder fallen. Pfeifstörungen wären die Folge.

2. Die durchstimmbaren ZF-Bereiche sollen so gelegt werden, daß nicht gerade starke KW-Rundfunkstationen in diese Bereiche fallen. Wenn der Empfänger selbst auch völlig dicht ist, wird eine einwandfreie, lückenlose Abschirmung vom Konverter zum Empfänger meist nicht ganz zu erreichen sein.
3. Die Oszillatorfrequenz des Konverters soll so viel von der Empfangsfrequenz verschieden sein, daß ausreichender Schutz gegen Spiegelempfang gegeben ist.
4. Die Konverter-Oszillatorfrequenzen sollten zweckmäßigerweise auf niedrigeren Werten als die Empfangsfrequenzen liegen, weil so die Hauptempfängerabstimmung gleichsinnig mit der Empfangsfrequenz geändert wird. Das heißt, wird der Hauptempfänger nach höheren Frequenzen zu verstimmt, erhöht sich in gleichem Maße auch die vom Konverter aufgenommene Frequenz. Die Empfangsfrequenz läßt sich damit leicht durch Addition der bekannten festen Oszillatorfrequenz des Vorsetzers zur eingestellten, an der Skala des Empfängers ablesbaren Frequenz ermitteln.

Zwei nach diesen Gesichtspunkten konstruierte Vorsetzer für das 10-m- und das 14-m-Amateurband zeigen Bild 40 und 41. Die Konstruktionen gehen auf entsprechende Vorschläge von DL 3 DO zurück, der vor mehreren Jahren ähnliche Einrichtungen für den Empfänger „Köln E 52 a" als nachgeschalteten Empfänger beschrieb.

Beide Geräte besitzen zwei HF-Vorstufen. Das 10-m-Gerät ist mit bedämpften und gegeneinander verstimmten Resonanzdrosseln (L1, L2, L3) ausgeführt, wodurch der gewünschte Bereich von 28 bis 29,7 MHz einwandfrei durchgelassen wird. Der 14-m-Konverter erhielt Bandfilterkopplung (L2, L3, L4, L5). Resonanzdrosseln wären hier fehl am Platze gewesen. Sie hätten mit ihrer flachen Resonanzkurve die starken, dem 14-m-Amateurband unmittelbar benachbarten KW-Rundfunkstationen (bei 21,4 MHz liegen die ersten) nicht von der Konvertermischröhre fernhalten können. Dadurch wären starke Kreuzmodulationsstörungen unvermeidlich. Die Oszillatoren schwingen in beiden Geräten auf 10 MHz. Die durchstimmbaren ZF-Bereiche, also die Frequenzen, auf die der nach-

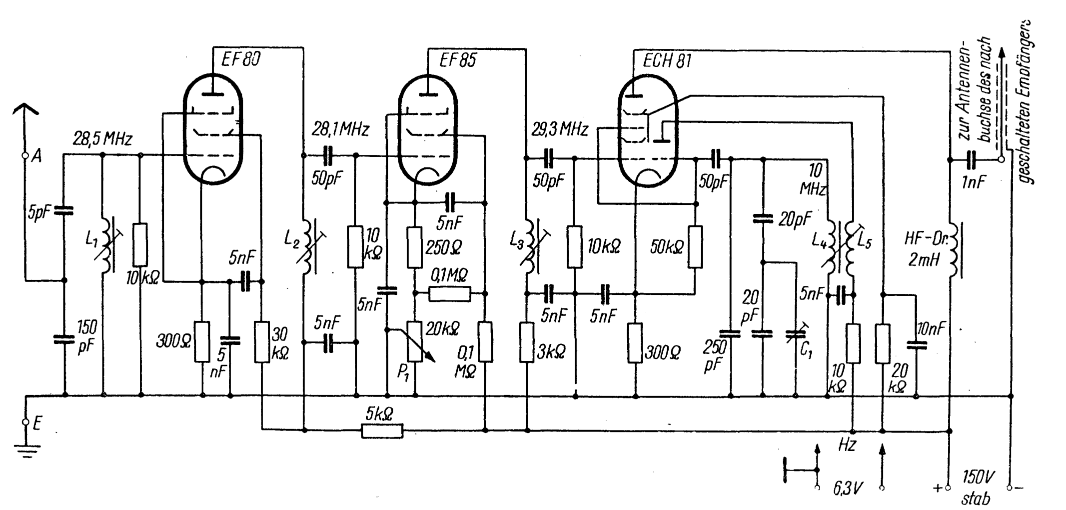


Bild 40. Schaltung des Einbereich-Vorsetzers für das 10-m-Band

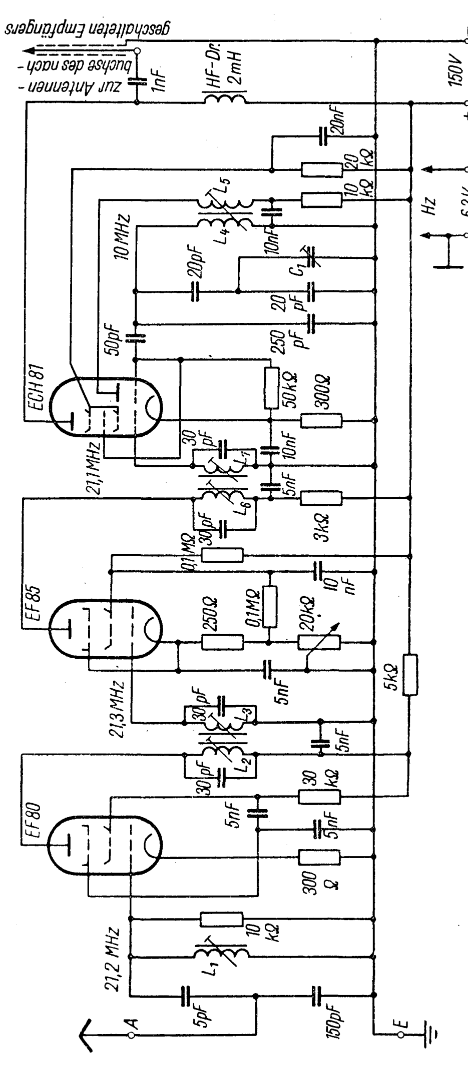


Bild 41. Schaltung des Einbereich-Vorsetzers für das 15-m-Band

geschaltete Empfänger einzustellen ist, liegen in dem einen Falle bei 18 MHz bis 19,7 MHz und beim 14-m-Konverter bei 11 MHz bis 11,45 MHz. Diese beiden Bereiche sind tatsächlich frei von starken Rundfunkstationen. Wie man leicht nachrechnen kann, fallen auch keine Oberwellen der Oszillatoren in die Empfangsbereiche.
Um die notwendigen Berechnungen ausführen zu können, seien die Zwischenfrequenzen einiger bekannter, in Amateurkreisen häufig verwendeter ehemaliger kommerzieller Empfänger genannt:
CR 101: 760 kHz; EZ 6: 130 kHz; E 10 K: 1460 kHz; Fu HE b: 605 kHz; Fu HE c: 937,5 kHz; Fu HE u: 460 kHz; Fu HE t: 484 kHz; HRO: 456 kHz; KST: 568 kHz; AQST: 468 kHz; KWE a: 250 kHz; MWE c: 352 kHz; der Torn. E b ist ein Dreikreis-Geradeausempfänger.
Aufbaumäßig ergeben sich keine Schwierigkeiten. Da von außen bedienbare Abstimmorgane und Wellenbereich-Schalter fehlen, kann man die Röhren und Einzelteile ganz ihrem Zweck entsprechend aufstellen. Zwischen Gitter- und Anodenanschluß der HF-Röhren wird eine Abschirmwand gebracht, die quer durch das Chassis verläuft und mit dem Metallröhrchen in der Mitte der Röhrenfassungen verlötet ist. Natürlich müssen diese Wände auch mit dem Chassis verschraubt oder verlötet werden. Bei der sehr hohen Verstärkung des Hochfrequenzteiles ist auch die richtige Wahl der Erdpunkte sehr wichtig. Jede Stufe erhält einen zentralen Erdpunkt, der am Abschirmröhrchen der Röhrenfassung liegt. Dorthin führen alle Widerstände, Kondensatoren und Röhrenelektroden der betreffenden Stufe, die mit Masse verbunden werden müssen. Man achte auch darauf, daß die Außenbelegungen der Kondensatoren den HF-freien Anschluß bilden. Auch ein Heizfadenanschluß jeder Röhre wird auf kürzestem Wege mit Masse verbunden. Im übrigen sollten im KW-Empfängerbau alle Regeln gelten, die man vom Bau der UKW-Empfänger her kennt. Die Spulen L1 bis L5 lassen sich gut innerhalb der durch die Zwischenwände entstandenen Abschirmkammern unter dem Chassis unterbringen. Die abgeschirmten Bandfilter L2/L3 und L6/L7 des 14-m-Vorsetzers (Bild 42) muß man jedoch auf das Chassis neben die Röhren montieren. Für die Ausgangs-

buchsen wähle man am besten HF-Buchsen mit den zugehörigen Steckern, die mit Sicherheit die Ausgänge lückenlos abschirmen. Das Chassis wird man auch mit allseitig schließenden Bodenplatten versehen, die mit wenigstens 12 Schrauben M 3 befestigt werden.

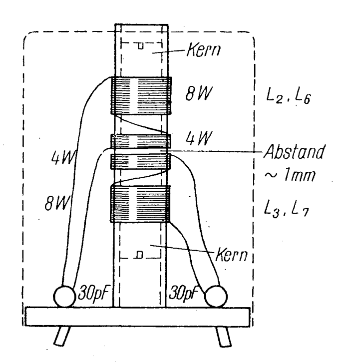


Bild 42. 14-m-Bandfilter

Mehrere dieser Konverter-Chassis können bequem nebeneinander hinter einer Frontplatte befestigt werden. Weitere Chassisstreifen gleicher Größe könnten das gemeinsame Netzteil (Bild 43), das auch den Hauptempfänger speisen kann, und im Bedarfsfalle einen selektiven NF-Verstärker (Selectoject), Tonsummer, Frequenzmesser und anderes aufnehmen.

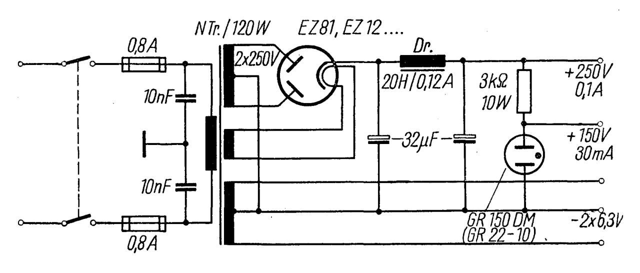


Bild 43. Wechselstrom-Netzteil mit Stabilisator

Schließlich ist es mit einem geeigneten, völlig abgeschirmten Schalter auch möglich, das lästige Umstecken der Antenne und des Konverterausganges zu vermeiden (Bild 44). Der Schalter muß natürlich zwei gut voneinander abgeschirmte Schaltebenen besitzen, damit eine Verkopplung zwischen Ein- und Ausgang vermieden wird. Eine dritte Schaltebene könnte für die Zuführung der Betriebsspannungen verwendet werden.

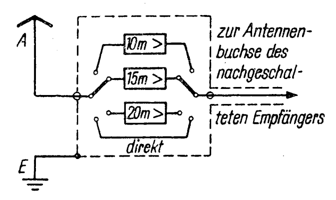


Bild 44. Konverterumschaltung

Wie man sehr zweckmäßig den Aufbau der Vorsetzer ausführt, ist in Bild 45 gezeigt. Die dort gezeichneten Spulen L 1, L 2 usw. sind die Spulen des 10-m-Vorsetzers, die unter dem Chassis montiert sind. Beim 14-m- und 20-m-Vorsetzer stehen an den gleichen Stellen die Bandfilter auf dem

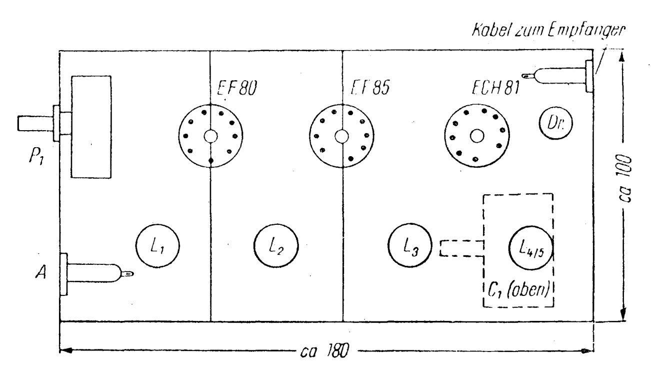


Bild 45. Aufbauplan für Einbereich-Vorsetzer

Chassis. Der Kondensator C1 muß dann natürlich an dem freien Platz unter dem Chassis so angebracht werden, daß die Abgleichorgane der Oszillatorspulen L4/L5 nicht verdeckt werden.
Der Abgleich der Spulen des 10-m-Vorsetzers wird auf versetzten Frequenzen vorgenommen, so daß sich über das gesamte Band praktisch die gleiche Empfindlichkeit ergibt. Die Abgleichfrequenzen sind im Schaltbild angegeben. Die Spulen werden zuerst mit dem Griddipper bei ausgeschaltetem Gerät, dann im praktischen Betrieb mit einem Meßsender oder Bandfrequenzmesser auf Maximum getrimmt. Der Oszillator ist auf genau 10 MHz einzustellen, damit die oben bereits erwähnte einfache Frequenzumrechnung gewährleistet ist. Der auf z. B. 28,5 MHz eingestellte Bandfrequenzmesser muß dann bei einer Hauptempfängereinstellung von 18,5 MHz empfangen werden können. Geringe Frequenzänderungen während eines längeren Betriebes gleicht man nach Bedarf mit C1 aus. Natürlich braucht man für die genaue Kontrolle der Eichung einen Frequenzmesser, der in jeder KW-Station vorhanden sein sollte.
Bei dem Aufwand, der für den Bau dieser Konverter getrieben wird, sollte man nicht versäumen, die 10-MHz-Oszillatoren zu stabilisieren. Das geschieht einmal durch die stabilisierte Anodenspannung, andererseits durch eine Temperaturkompensation des Oszillatorschwingkreises.
P1 ist der Empfindlichkeitsregler. Beim Empfang starker Stationen wird er so weit zurückgedreht, daß die Mischröhre nicht übersteuert wird. Andererseits kann man im Bedarfsfalle die Empfindlichkeit so weit steigern, daß das Rauschen der ersten Stufe hörbar wird. Natürlich können nur Stationen aufgenommen werden, die in ihrer Stärke über diesem Rauschen liegen.
Zu den 10-m-Resonanzdrosseln des 10-m-Vorsetzers ist noch zu sagen, daß sie auf Neumann-Trolitulkörper von 8 mm Durchmesser gewickelt werden, die mit Eisenkernen aus Manifer-11 versehen sind. Der verhältnismäßig dünne Draht ergibt die in diesem Falle erwünschte Dämpfung. Die einzelnen Windungen werden so nebeneinander gelegt, daß die geforderte Wicklungslänge erreicht wird. Bei der Verwendung von 0,2 mm starkem Lackdraht müßte zwischen

jeder Windung ein Abstand von 0,5 bis 0,7 mm bestehen. Die Wicklungen müssen durch Duosan festgelegt werden.
Die Bandfilterspulen des 14-m- und 20-m-Vorsetzers wickelt man als Zylinderspulen auf die Trolitulkörper unbewickelter UKW-Miniaturbandfilter der Firma G. Neumann. Die erforderliche feste Kopplung der Bandfilterkreise wird durch Koppelwindungen erreicht, wie es in Bild 42 gezeigt wird. Durch diese Aufteilung der Wicklungen vermeidet man einen zu starken verstimmenden Einfluß der Eisenkerne aufeinander. Natürlich müssen die Filter so eingebaut werden, daß sie von beiden Seiten mit dem Abgleichwerkzeug erreicht werden können.
Ein 20-m-Vorsetzer könnte ähnlich wie der 14-m-Konverter aufgebaut werden. Auch bei diesem Gerät muß man von der Bandfilterkopplung Gebrauch machen, weil sonst die dichtbenachbarten Rundfunkstationen (ab 14 380 kHz) und die kommerziellen Großstationen unweigerlich Störmodulationen hervorrufen würden.
Der Oszillator schwingt wieder auf 10 MHz. Der Empfänger wäre dann zum Empfang des 20-m-Amateurbandes auf 4,00 bis 4,35 MHz abzustimmen. Die Spiegelfrequenzen liegen bei 10 MHz – 4 MHz = 6 MHz, also so weit von der Empfangsfrequenz entfernt, daß Spiegelempfang nicht befürchtet werden muß. Die Filterspulen erhalten eine Induktivität von 2,7 μH, was bei der den 21-MHz-Filtern ähnlichen Konstruktion einer Windungszahl von 12 + 4 Wdg. Draht 0,25 CuL entspricht. Die Kreiskondensatoren der Filter betragen wie beim 14-m-Gerät 30 pF. Die Abgleichfrequenzen legt man auf 14,2 MHz, 14,05 MHz, 14,25 MHz, 14,1 MHz und 14,3 MHz.
Sollen oder müssen für die Vorsetzeroszillatoren andere Frequenzen gewählt werden, ändert sich praktisch nur der Oszillatorschwingkreis, während man HF-Spulen und Filter unverändert beibehalten kann.

3. AUSBAU DER KW-VORSETZER ZUM KW-EMPFÄNGER

Abschließend soll noch kurz auf die Ausbaumöglichkeiten der KW-Vorsetzer zum kompletten KW-Empfänger eingegangen werden, um das Bild abzurunden und zu zeigen, daß bei gut durchdachtem Aufbau des Vorsetzers schon der wichtigste Baustein eines KW-Empfängers entstanden ist. Zwei praktische Beispiele wollen wir für unsere Betrachtungen wählen. Der Einkreis-Vorsetzer soll einen NF-Verstärker erhalten, und der Drucktastenvorsetzer soll zum Klein-Doppelsuperhet ausgebaut werden. Beide enthalten praktisch die Probleme, die beim Bau jedes KW-Empfängers auftreten, und sie können somit Richtschnur für unsere weitere Arbeit sein.

3.1 Der NF-Verstärker

Für Kopfhörerempfang genügt es völlig, wenn hinter das Audion nach Bild 3 bzw. Bild 9 eine weitere Röhre als NF-Verstärker geschaltet wird (Bild 46). Man erhält dann einen KW-Einkreisempfänger, einen sogenannten 0-V-1. Eine EF 80 ist ausreichend. Infolge ihres kleinen Heiz- und Anodenstrombedarfs belastet sie das Netzteil nur wenig, so daß man für die Stromversorgung des gesamten aus Audion und NF-Stufe bestehenden Gerätes mit einem sehr kleinen Netztransformator und dementsprechend kleinem Gleichrichter sowie wenig Siebmitteln auskommt. Der Heizstrom liegt unter einem Ampere und der Anodenstrom einschließlich Stabilisatorquerstrom bei etwa 30 mA. Für den Ausgangstransformator genügt ein einfacher NF-Übertrager mit einem Windungszahlverhältnis von etwa 1 : 2 bis 1 : 4. Für die NF-Stufe wird immer genügend Platz auf dem Vorsetzerchassis vorhanden sein. Der Aufbau ist völlig unkritisch, wenn die Gitterleitung nicht gerade quer durchs ganze Chassis geführt wird und so Brummspannungen aufnehmen

kann. Stärkere Sender können auch im Lautsprecher abgehört werden, wenn der Ausgangstransformator eine entsprechende Wicklung zur Anpassung eines Lautsprechers besitzt.

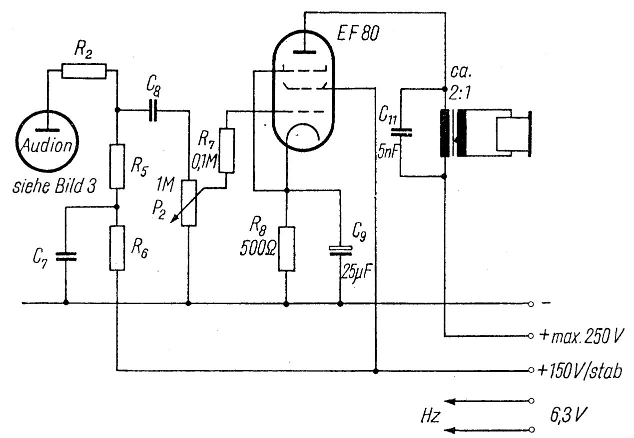


Bild 46. Einstufiger NF-Verstärker

Für Lautsprecherempfang eignet sich jedoch ein zweistufiger NF-Verstärker besser. Bei Verwendung einer Verbundröhre, z. B. der ECL 81 (ECL 11, UCL 82, UEL 51), ist der Platzbedarf nur wenig größer als beim einstufigen NF-Verstärker. Die Verwendung von Verbundröhren ist besonders zweckmäßig, weil nicht nur zwei Röhrensysteme auf kleinem Raum untergebracht, sondern diese Röhren auch sehr preisgünstig sind. Der Strombedarf liegt allerdings etwas höher. Bei Verwendung der ECL 81 beträgt der Heizstrom des Gerätes etwa 1 A und der Anodenstrom 40 bis 50 mA.

Die wesentlich größere NF-Verstärkung verlangt gut abgeschirmte bzw. ganz kurze Gitterleitungen. Besonders gefährdet ist das Gitter des Triodensystems. An die Brummfreiheit werden im KW-Empfänger weit höhere Anforderungen als im Rundfunkgerät gestellt, weil beim Kopfhörerempfang schon kleine Brummspannungen gut hörbar sind und ein

ständiger Brummton äußerst lästig ist. Bild 47 zeigt die Schaltung des Empfangsgerätes, bestehend aus Audion, zweistufigem NF-Verstärker und Netzteil.

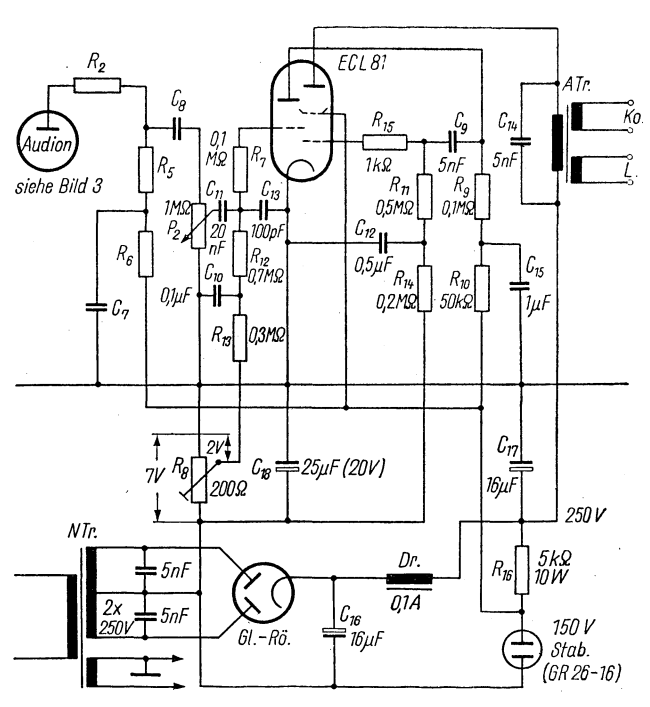


Bild 47. Zweistufiger NF-Verstärker mit Netzteil

Die Gittervorspannung der beiden NF-Röhrensysteme kann nicht durch Katodenwiderstände erzeugt werden; denn beide Systeme haben einen gemeinsamen Katodenanschluß, benötigen jedoch unterschiedliche Gittervorspannungen. Dafür ist R8 vorgesehen. Der gesamte Anodenstrom des Gerätes fließt über diesen Widerstand und erzeugt an ihm einen Spannungsabfall. Im Betrieb muß R8 durch eine Abgreif-

schelle so eingestellt werden, daß am gesamten Widerstand eine Spannung von 7 bis 8 V abfällt. Danach verschiebt man eine zweite Schelle so, daß zwischen ihr und der Masseleitung eine Spannung von 1,5 V auftritt.

Die Primärimpedanz des Ausgangstransformators muß 7 kOhm betragen. Die Sekundärwicklungen sind für den Lautsprecher- und den Kopfhörer-Scheinwiderstand auszulegen. Diese Transformatoren gibt es noch nicht im Handel; man muß sie anfertigen lassen. Unter Verwendung eines Kernes M 42 ergeben sich folgende Windungszahlen:

primär:	3600 Wdg.;	0,12 CuL,
sekundär (Kopfhörer):	1800 Wdg.;	0,10 CuL,
sekundär (Lautsprecher):	90 Wdg.;	0,3 CuL.

Notfalls läßt sich natürlich auch ein normaler Lautsprecherübertrager verwenden, an dessen Primärwicklung der Kopfhörer über spannungsfeste Kondensatoren angeschlossen werden kann (siehe Bild 20 und 21).

3.2 **Klein-Doppelsuperhet**

Die meisten beschriebenen Superhetvorsetzer verwenden als feste Zwischenfrequenz etwa 1600 kHz, auf die das nachgeschaltete Rundfunkgerät eingestellt wird. Etwas unbequem empfindet man bald, daß eine Reihe Verbindungsleitungen zum Radio führen müssen. Man wird deshalb bald den Wunsch haben, einen kompletten KW-Empfänger unter Weiterverwendung des Vorsetzers zu besitzen. Es gibt natürlich viele Möglichkeiten, den Vorsetzer durch mehrere ZF- und NF-Stufen, durch S-Meter, Schwundausgleich und andere empfangsverbessernde Mittel auszubauen. Darüber kann man in dem demnächst erscheinenden Heft „KW-Superhetempfänger" nachlesen. Hier soll nur ein Schaltungsbeispiel gegeben werden, das sich durch Einfachheit auszeichnet.

Dem Konverter werden eine zweite Mischstufe, ein ZF-Audion und ein NF-Verstärker nachgeschaltet. Die zweite Mischstufe transponiert auf die zweite ZF von 130 kHz. Diese niedrige Zwischenfrequenz ergibt eine sehr gute Trenn-

schärfe. Ein Mustergerät arbeitet ausgezeichnet mit dem Drucktastenvorsetzer nach Bild 31 zusammen.
Der mechanische Aufbau wurde so gelöst, daß der zweite Misch- und ZF-Teil sowie die Audion- und NF-Stufe einen Baustein bilden, der vertikal leicht auf das vorhandene und fertig verdrahtete Vorsetzerchassis aufgeschraubt werden kann. Dadurch sind Chassis und Gehäuse des kompletten Doppelsuperhets nicht größer als der ursprüngliche Konverter. Natürlich kann man auch von vornherein größer und in der herkömmlichen Weise auf ein einziges Chassis aufbauen. Das wird vor allem dem Anfänger weniger Schwierigkeiten bereiten, weil der ganze Aufbau übersichtlicher ist. Auch kann man bei geräumigeren Chassis den Netztransformator in der äußersten Chassisecke, also so weit wie nur möglich vom Drucktastensatz entfernt, aufstellen. Dadurch wird besonders die Gefahr der Brummodulation der Oszillatoren verhindert. Wenn nämlich das magnetische Streufeld des Transformators auf die Eisenkernspulen des Drucktastenaggregates einwirkt, erscheint jeder Sender brummoduliert; es findet eine Frequenzmodulation mit der Netzfrequenz statt.
In Bild 48 sind die zweite Mischstufe, das ZF-Audion, die NF-Stufe und der Netzteil gezeichnet. Der ursprünglich im Konverter vorhandene ZF-Kreis mit Ankopplungsspule (L7/L8/C14 in Bild 31) wird durch ein ZF-Filter für eine ZF von 1630 kHz ersetzt, das man nach Tafel 8 selbst wickeln oder von Radio Elbel, Leipzig, beziehen kann. Die im Konverterteil erzeugte ZF gelangt über dieses Filter an die ECH 81, in deren Triodensystem mit dem Oszillatorkreis (L12/L13/C26) eine zweite Oszillatorfrequenz von 1500 kHz erzeugt wird. Als Mischprodukt tritt im Anodenkreis der Mischröhre die zweite ZF von 130 kHz auf. Die erste ZF (1630 kHz) gibt gute Spiegelfrequenzsicherheit, die zweite ausgezeichnete Trennschärfe. Durch die Rückkopplung kann die Bandbreite so weit eingeengt werden, daß sie für Telefonieempfang schon fast zu schmal ist.
Diese ZF von 130 kHz gelangt nun über die Filterkreise L14/C18 und L15/C29 ans Gitter des Triodensystems der ECL 81, das als Audion geschaltet ist. Im Pentodensystem wird die Niederfrequenz schließlich so weit verstärkt, daß

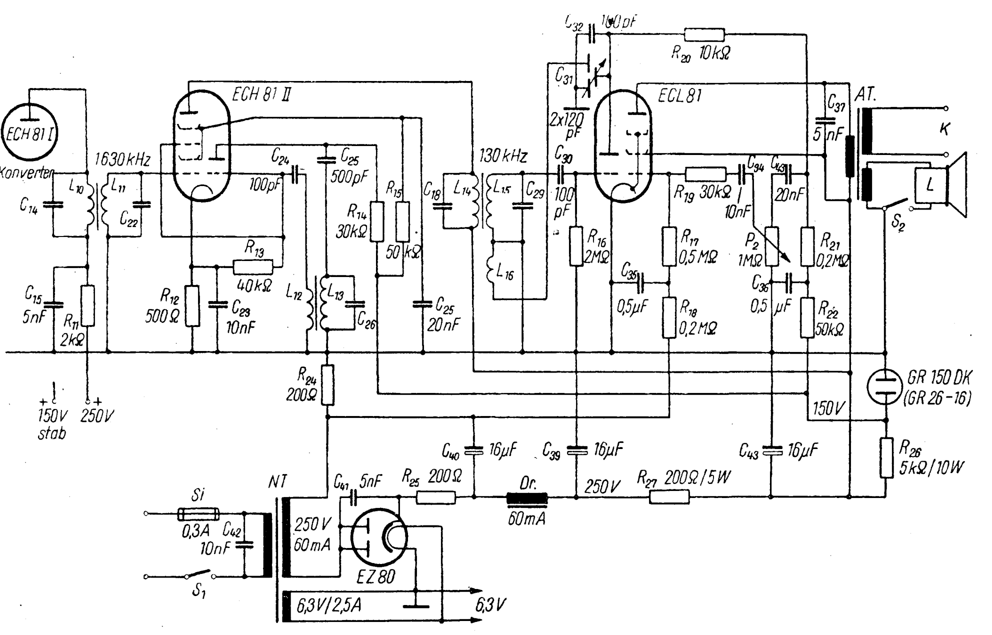


Bild 48. Teilschaltung des Klein-Doppelsuperhets

Lautsprecherempfang möglich ist. Telegrafiesender macht man in der bekannten Weise dadurch hörbar, daß die Rückkopplung bis zum Einsetzen der Schwingungen gebracht wird. Das geschieht durch den Drehkondensator C31. Verstimmungen brauchen bei dieser niedrigen Frequenz nicht mehr befürchtet zu werden. Obwohl der HF-Teil, also der Vorsetzer, mit P1 bereits einen Empfindlichkeitsregler besitzt, verzichte man nicht auf den NF-Lautstärkeregler P2. Durch sinnvolles Betätigen beider Regler kann der Empfang sehr gut den jeweiligen Empfangsbedingungen angepaßt werden. Diese doppelte Regelmöglichkeit wirkt sich besonders angenehm auf den CW-Empfang aus, weil man durch Verminderung der NF-Verstärkung und Vergrößerung der HF-Empfindlichkeit das Rauschen der Rückkopplung fast ganz verschwinden lassen kann. Natürlich darf der HF-Regler

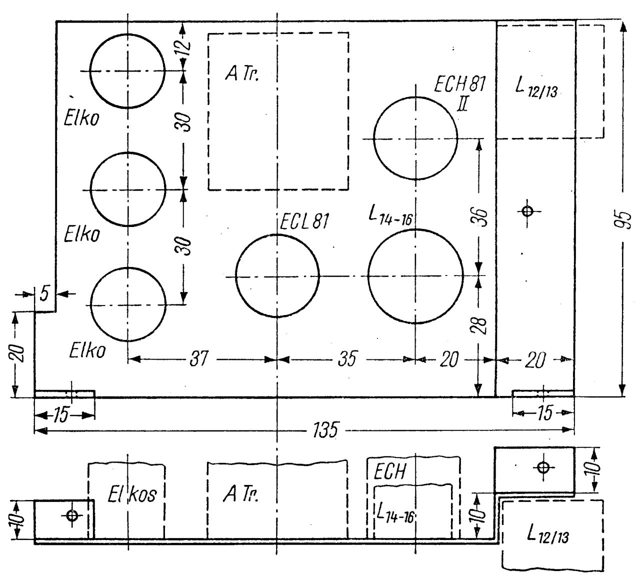


Bild 49. Maßskizze für den Doppelsuperhet-Baustein

nicht so weit aufgedreht werden, daß das starke Signal die Mischstufen übersteuert.

Mit dem Schalter S2 kann bei Kopfhörerbetrieb der eingebaute Lautsprecher abgeschaltet werden.

Der Netzteil erhält eine Spannungsstabilisator-Röhre. Ihre Vorteile sind uns bekannt; für das vorliegende Gerät ist sie unerläßlich. Es enthält ja zwei Oszillatoren, die die Frequenzstabilität bestimmen. Diese Stabilität hängt bekanntlich stark von den Betriebsspannungen ab. Auch das Audion erhält diese stabilisierte Spannung. Das kommt sowohl der Brummfreiheit als auch der Konstanz des eingestellten Rückkopplungsgrades zugute.

Wer das Gerät in der bereits erwähnten Miniaturbauweise anfertigen möchte, findet in Bild 49 eine Maßskizze für den Baustein. Diese Aluplatte, die fast alle Teile enthält, wird senkrecht auf dem Konverterchassis festgeschraubt. Die Fotos (Bild 50 und 51) lassen diese Bauweise erkennen.

Nachdem die Bausteinplatte vollständig verdrahtet und mit den Verbindungsleitungen für die Zuführung der Betriebsspannungen versehen ist, müssen der zweite Oszillator auf genau 1500 kHz und das zweite ZF-Filter auf 130 kHz

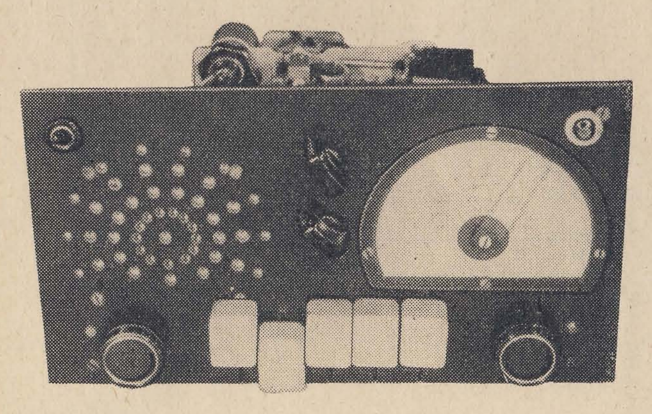


Bild 50. Der Klein-Doppelsuperhet (Frontansicht)

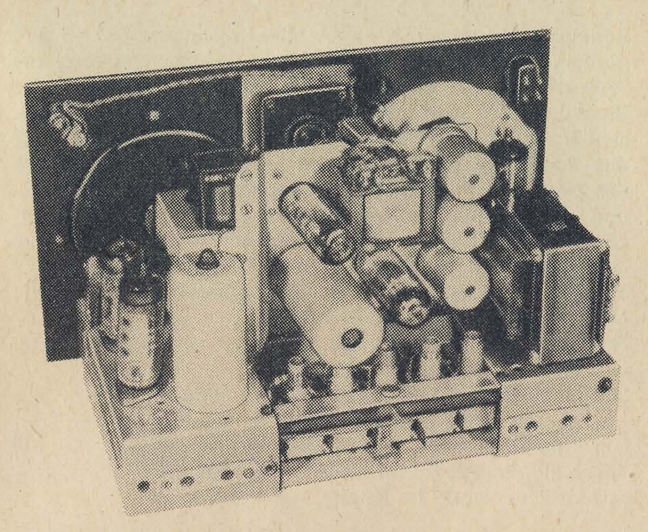


Bild 51. Klein-Doppelsuperhet (Chassis)

abgeglichen werden. Erst dann darf der Baustein eingebaut und mit der übrigen Schaltung verdrahtet werden. Wie bei jedem Superhet ist auf exakten Abgleich größter Wert zu legen, da hiervon Trennschärfe und Empfindlichkeit des Gerätes abhängen. Wir beginnen mit dem Abgleich des 130-kHz-Filters. Die Bausteinplatte wird dazu mittels flexibler Leitungen mit dem Netzteil verbunden, der Rückkopplungsdrehkondensator angeschlossen und am Ausgangstransformator ein Kopfhörer angeklemmt. Der zweite Oszillator muß während des ZF-Abgleichs außer Betrieb gesetzt werden, was durch Kurzschluß der Spule L12 erfolgt. Das freie Steuergitter der ECH 81 muß über einen 20-kOhm-Widerstand provisorisch mit Masse verbunden und der auf genau 130 kHz eingestellte Meßsender am Gitter angeschlossen werden. Die Filterkreise regelt man auf maximale Lautstärke ein. Die Rückkopplung soll dabei knapp vor den Schwingungseinsatz eingestellt werden. Bei richtigem Abgleich und scharf angezogener Rückkopplung muß das Audion bei der

geringsten Verstimmung des Anodenkreises sofort in Schwingungen geraten. Nun stellen wir den zweiten Oszillator auf 1500 kHz ein. Der Kurzschluß wird vorher entfernt. An einem Rundfunkgerät wird der auf 1500 kHz eingestellte Meßsender empfangen. Eine Leitung, die in der Antennenbuchse des Rundfunkgerätes steckt, bringt man nun in die Nähe des zweiten Oszillators. Durch Überlagerung der Meßsender- und der zweiten Oszillatorfrequenz erhält man im Lautsprecher des Rundfunkgerätes einen Pfeifton. Nun stellt man den zweiten Oszillator so ein, daß Schwebungsnull auftritt. In diesem Falle stimmen Meßsender und zweiter Oszillator in ihrer Frequenz überein.
Nun wird die Bausteinplatte eingebaut und mit Konverter und Netzteil verdrahtet.
Das 1630-kHz-Filter kann nun sehr einfach dadurch abgeglichen werden, daß man einen Sender, etwa einen starken Rundfunksender, im 40-m-Bereich empfängt und auf maximale Lautstärke abgleicht. Der Abgleich des Drucktastensatzes wurde im Kapitel 3.2 beschrieben.

4. KW-Vorsetzer mit drei durchgehenden Bereichen

Die KW-Vorsetzer können natürlich auch mit drei durchgehenden Bereichen (Bild 52) ausgerüstet werden, wenn die neben den Amateurbändern liegenden Frequenzen interessieren sollten (Sputnikfrequenzen bei 20 MHz, Normalfrequenzen von WWV für Eichzwecke, KW-Rundfunkbereiche). In diesem Falle muß ein Drehkondensator mit größerer Kapazitätsvariation eingebaut werden. So könnte man beispielsweise einen 500-pF-Drehkondensator verwenden, wie er für Rundfunkzwecke gebraucht wird. Durch einen in Reihe geschalteten Verkürzungskondensator Cs wird der Bereich so weit eingeengt, daß immer noch eine nicht zu

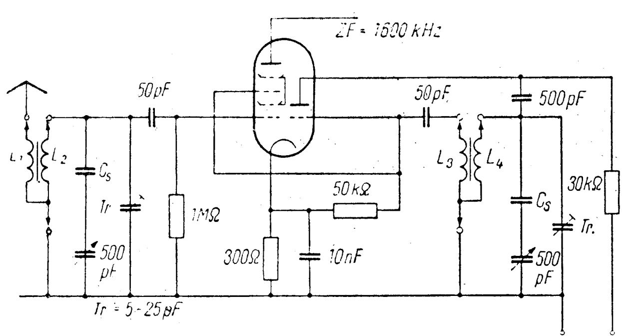


Bild 52. Konverter mit drei durchgehenden Bereichen

schwierige Einstellbarkeit gegeben ist. Mit drei Bereichen, die etwa von 3,4 bis 7,5 MHz, 7,0 bis 15,5 MHz und 14 bis 31 MHz reichen könnten, würde der gesamte interessierende KW-Bereich erfaßt. Den Supervorsetzer mit Steckspulen könnte man leicht in dieser Weise ausführen. Damit der Amateur für jedes beliebige Gerät die Berechnungen selbst ausführen kann, soll der Rechengang gezeigt werden:

Die oben angegebene Bereicheinteilung entspricht einem Frequenzverhältnis von $\Delta f = \frac{31}{14} = \frac{15{,}5}{7} = \frac{7{,}5}{3{,}4} = 1 : 2{,}2.$

Die notwendige Kapazitätsvariation muß dafür

$$\Delta C = \Delta f^2 = 1 : (2{,}2)^2 = 1 : 4{,}84 \text{ betragen.}$$

Rechnet man mit festen Kapazitäten des Schwingkreises für Schaltkapazität = 10 pF, Röhrenkapazität = 5 pF, Trimmerkondensator = 13 pF und einer Anfangskapazität des Drehkondensators = 20 pF, so erhält man eine minimale Anfangskapazität von 48 pF. Die Endkapazität ergibt sich dann zu 48×4,84 = 233 pF, so daß nach Abzug der festen Schwingkreiskapazitäten für die Drehkondensatorendkapazität noch 205 pF bleiben. Der Drehkondensator muß verkürzt werden. Die Kapazität des Verkürzungskondensators muß

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_e} - \frac{1}{C_o} = \frac{1}{205} - \frac{1}{500}$$

$$= 0{,}0049 - 0{,}002 = 0{,}0029 = \frac{29}{10000}$$

$$C_s = \frac{10000}{29} = 345 \text{ pF} \approx \underline{\underline{350 \text{ pF}}} \text{ betragen.}$$

In allen drei Bereichen wird damit die Kapazität des Dreh kondensators auf den Bereich zwischen 48 und 233 pF (ΔC = 185 pF) eingeengt.

Die Induktivitäten errechnen sich zu:

$$L = \frac{2 \cdot 533 \cdot 10^4}{\cdot f^2 \cdot C} \qquad ZF = 1600 \text{ kHz}$$

1. $fe = 3{,}4$ MHz: $\quad Le = \frac{2{,}533 \cdot 10^4}{3{,}4^2 \cdot 233}$

   $= \underline{9{,}4\ \mu H} \qquad fo = 5$ MHz: $Lo = \underline{4{,}4\ \mu H}$

2. $fe = 7{,}0$ MHz: $\quad Le = \frac{2{,}533 \quad 10^4}{7^2 \quad 233}$

   $= \underline{2{,}55\ \mu H} \qquad fo = 8{,}6$ MHz: $Lo\ \underline{1{,}5\ \mu H}$

3. $fe = 14$ MHz: $\quad Le = \frac{2{,}533 \cdot 10^4}{14^2 \cdot 233}$

   $= \underline{0{,}55\ \mu H} \qquad fo = 15{,}6$ MHz: $Lo = \underline{0{,}45\ \mu H}$

Es sei nicht verschwiegen, daß besonders im 3. Bereich das L-C-Verhältnis sehr ungünstig ist und damit der Resonanzwiderstand des Kreises klein wird. Dadurch sinken Empfindlichkeit und Vorselektion beträchtlich ab. Bei KW-Geräten dieser Art muß man aber den Kompromiß schließen und im Interesse eines größeren Bereiches den kleineren Resonanzwiderstand der Kreise an den Bandanfängen (bei eingedrehtem Drehkondensator) in Kauf nehmen.
Werden für die Spulen die gleichen Wickelkörper benutzt, wie sie für den Vorsetzer mit Steckspulen vorgeschlagen wurden, ergeben sich die in Tafel 9 aufgeführten Windungszahlen. In Bild 52 erkennt man die Prinzipschaltung der Schwingkreise.

5. FORMELN UND TAFELN

5.1 Wellenlänge und Frequenz:

$$\text{Wellenlänge } \lambda = \frac{300\,000}{f}$$

$$\text{Frequenz } f = \frac{300\,000}{\lambda}$$

f = Frequenz in kHz
λ = Wellenlänge in m

5.2 Frequenzumrechnungen:

1 MHz = 1000 kHz = 1 000 000 Hz

5.3 Wellenbereiche:

LW:	150– 450 kHz	700–2000 m
MW:	500–1600 kHz	185– 600 m
KW:	3– 30 MHz	10– 100 m
UKW:	30– 300 MHz	1– 10 m
Dezi:	300–3000 MHz	10– 100 cm

5.4 Amateurbänder:

10-m-Band	3,5– 3,8 MHz	79 –86 m
40-m-Band	7,0– 7,1 MHz (7,15 MHz)	42,2 –42,9 m
20-m-Band	14,0– 14,35 MHz	20,9 –21,4 m
14-m-Band	21,0– 21,45 MHz	14,0 –14,3 m
10-m-Band	28,0– 29,7 MHz	10,1 –10,7 m
2-m-Band	144 –146 MHz	2,055– 2,081 m
70-cm-Band	420 –440 MHz	68,2 –71,4 cm

5.5 Kapazitätsverhältnis eines Schwingkreises:

$$\frac{C_a}{C_e} = \frac{f_e^2}{f_a^2}$$

C_a = Anfangskapazität, C_e = Endkapazität } des Drehkondensators

f_a = Anfangsfrequenz, f_e = Endfrequenz } des Frequenzbandes

5.6 Kapazitätsumrechnungen:

$1\ F = 10^6\ \mu F$

$1\ \mu F = 10^3\ nF = 10^6\ pF$

z. B. $0{,}3\ \mu F = 0{,}3 \cdot 10^3\ nF = 300\ nF$

$$6500\ pF = \frac{6500}{10^3}\ nF = 6{,}5\ nF$$

5.7 Induktivitätsumrechnungen:

$1\ H = 10^3 mH = 10^6 \mu H = 10^9 nH = 10^9\ cm$

5.8 Induktivitätsberechnung eines Schwingkreises:

$$L_{(\mu H)} = \frac{25330}{f_a{}^2\ (MHz)\ .\ C_{e(pF)}}$$

5.9 Windungszahl von einlagigen Zylinderspulen ohne Eisenkern:

$$n = \frac{L\ (cm)}{D\ (cm \cdot Q)}$$

Q siehe Tafel 2

Tafel 1: Wickel- und Schwingkreisdaten für den Einkreis-Vorsetzer

Band m	Frequenzbereich MHz	L_2 Indukt. μH	L_2 Spulen Ø cm	L_2 Sp.-Länge cm	L_2 Windungen	L_2 Anzapfung 1 — 4	L_2 Draht Ø mm	L_1 Windungen	Verbindung 2 — 3	Cp zwischen 2 + 5/pF	Δ C Kreiskap. pF
80	3,43 — 3,86	24,0	3,5	1,6	25	4	0,5	5	ja	40	71 — 90
40	6,90 — 7.35	8,5	3,5	1,6	$14\frac{1}{2}$	3	0,8	3	nein	30	56 — 64
20	13,75 — 14,6	2,1	3,5	1,3	7	3	1,2	2	nein	30	56 — 64
15	20,6 — 21.9	1,1	3,0	1,1	$5\frac{1}{2}$	2	1,2	2	nein	30	56 — 64
10	27,5 — 30,0	0,7	3,0	1,1	4	$1\frac{1}{2}$	1,2	2	nein	15	41 — 49

Tafel 2: Q-Werte für das Verhältnis Länge (l) zu Durchmesser (D)

Verhältnis l : D	Q	Verhältnis l : D	Q	Verhältnis l : D	Q
0,10	20	0,30	13,3	1,0	6,8
0,12	19	0,32	13,0	1,2	5,9
0,14	18	0,35	12,4	1,4	5,3
0,16	17	0,40	11,8	1,6	4,8
0,18	16,3	0.45	11,0	1,8	4,3
0.20	15,7	0,50	10,4	2,0	4,0
0,22	15,2	0,60	9,5	2,5	3,3
0,24	14,7	0,70	8,7	3,0	2,8
0,26	14,2	0,80	7,9	3,5	2,4
0,28	13,8	0.90	7,3	4,0	2,1

Tafel 3: Wickel- und Schwingkreisdaten für den einfachen Allband-Supervorsetzer

Band m	Vorkreisfrequenz MHz	Vorkreis-Kapazität pF	Vorkreis Indukt. µH	Spule	Windungen und Länge (mm)	Spule	Windungen neben L_{2-10}	Oszillatorfrequenz MHz	Oszillator-Indukt. µH	Oszillator-Kapazität pF	Spule	Windungen und Länge (mm)
80	3,65	90	22,5	L_2	53 12	L_1	10	4,65	12,0	100	L_{11}	33 10
40	7,05	60	8,5	L_4	30 10	L_3	6	6,10	9.8	70	L_{12}	32 11
20	14,2	60	2,2	L_6	14 10	L_5	5	13,2	2,1	70	L_{13}	14 10
15	21,2	60	0,9	L_8	9 8	L_7	3	20,2	0,9	70	L_{14}	8 8
10	28,5	60	0,5	L_{10}	6 8	L_9	3	27,2	0,5	70	L_{15}	5 7

Tafel 4: Wickel- und Schwingkreisdaten für den Supervorsetzer mit Steckspulen

Band m	Frequenzbereich MHz	Vorkreis-Kapazität pF	L_1 Wdg. neben L_2	L_2 Indukt. (μH) Wdg. und Länge	C_{p1} pF	Oszillatorfrequenz MHz	Oszillier-Kapazität pF	L_3 Wdg. über L_4	L_4 Indukt. (μH) Wdg. und Länge	C_{p2} pF	C_{x1} C_{x2} pF
80	3,45 — 3,85	49—60	20	35 65 W 12 mm	10	5,05—5,45	59—70	12	14 38 W 12 mm	20	100
40	6,9 — 7,3	40—45	10	12 33 W 11 mm	—	8,5—8,9	50—55	10	6,3 28 W 11 mm	10	—
20	13,8 — 14,6	40—45	5	3 17 W 10 mm	—	15,4 — 16,2	40—45	6	2,4 15 W 10 mm	—	—
15	20,7 — 21,9	40—45	3	1,3 10 W 8 mm	—	22,3—23,5	40—45	5	1,1 10 W 9 mm	—	—
10	27,5 — 30,0	40—47	3	0,7 7 W 8 mm	—	25,9—28,4	40—47	5	0,8 7 W 8 mm	—	20

Tafel 5: Wickeldaten für den Drucktastensatz

Band m	Vorkreis-Frequenz MHz	C_p pF	C_s pF	L_1 μH	L_1 Wdg./Länge	Anzapfung a-e/Wdg.	L_2 Wdg.
Vorkreis							
80	3,48 — 3,82	T_1	—	37,0	68 12 mm	—	35 neben L_1
40	6,95 — 7,25	T_2	C_6/C_7	15,0	40 12 mm	—	23 neben L_1
20	13,9 — 14,5	T_2	C_6/C_7	3,8	20 10 mm	6	12 neben L_1
15	20,8 — 21,7	T_2	C_6/C_7	1,7	11 8 mm	3	10 neben L_1
10	27,9 — 29,7	T_3	C_7	0,7	7 8 mm	3	6 neben L_1
Oszillatorkreis							
Band m	Oszillator-Frequenz MHz	C_p pF	C_s pF	L_3 μH	L_3 Wdg./Länge		L_4 Wdg.
80	5,08 — 5,42	T_4/C_{19}	—	13,2	35 11 mm		12 über L_3
40	8,55 — 8,85	T_3/C_{18}	C_{17}	6,1	28 11 mm		10 über L_3
20	15,50 — 16,12	T_3	C_{17}	2,1	14 10 mm		7 über L_3
15	19,20 — 20,00	T_3	C_{17}	1,0	9 8 mm		7 über L_3
10	26,35 — 28,11	T_3	—	0,6	6 7 mm		6 über L_3

L_5: 45 μH; 42 Wdg., 20 × 0,05, MV 311-Kern

L_6: 6 μH; 35 Wdg. 0,3 CuLS, Anzapfung bei 17,5 Wdg. Stiefelkörp. 10 mm ∅

L_7: 0,1 mH; 52 Wdg., 20 × 0.05

L_8: 16 Wdg. 0.2 CuLS, MV 311-Kern

Tafel 6: Wickeldaten für den Spulenrevolver (ZF = 1600 kHz)

Vor- und Zwischenkreis

Band m	Frequenz MHz	L_1 Wdg.	$L_2 = L_4$ µH	$L_2 = L_4$ Wdg.	L_3 Wdg.	$C_1 = C_2$ pF	$C_4 = C_5$ pF	ΔC etwa pF
80	3,49 — 3,83	20/1. Ka.	30,0	34/3 Kammern	30/1. Ka.	—	20	58 — 70
40	6,95 — 7,50	10/1. Ka.	8,7	34/3 Kammern	15/1. Ka.	50	10	51.5 — 60
20	13,7 — 14,7	8/1. Ka.	2,2	18/3 Kammern	10/1. Ka.	50	10	51,5 — 60
15	20,6 — 22.1	4 neben L_2	1,0	11/6 mm lang	5 über L_4	50	10	51,5 — 60
10	27,5 — 30,0	4 neben L_2	0,65	9/6 mm lang	5 über L_4	50	—	43,5 — 52

Oszillatorkreis

Band m	Frequenz MHz		L_5 µH	L_5 Wdg.	L_6 Wdg.	C_3 pF	C_6 pF	ΔC etwa pF
80	5,09 — 5,43		10,0	37/3 Kammern	10/1. Ka.	—	45	85 — 97
40	8,55 — 9,10		4,8	26/3 Kammern	8/1. Ka.	50	20	63 — 71,5
20	15,3 — 16,3		1,6	13/3 Kammern	5/1. Ka.	50	20	62 — 70,5
15	19,0 — 20,5		1,2	12/6 mm lang	5 über L_5	50	10	49 — 57,5
10	25,9 — 28,4		0,7	9/5 mm lang	5 über L_5	50	—	41,5 — 50

Tafel 7: Spulenwerte für 10- und 14-m-Band Konverter

10-m-Band

alle Spulen Neumann-Trolitul-Stiefelkörper mit Manifer-11-Kern

$L_1 = L_2 = L_3$: 1,2µH; 10 Wdg.; 0,3 CuLS; 9 mm lang
L_4: 0,9µH; 9 Wdg.; 0,5 CuLS; 9 mm lang
L_5: 5 Wdg.; 0,2 CuLS; über L_4
C_1: 50 pF

15-m-Band

Spulenkörper siehe Text; L_4 und L_5 wie bei 10-m-Band

$L_2 = L_3 = L_6 = L_7$: 1,2µH; 12 Wdg.; 0,5 CuLS
L_4: 0,9µH; 9 Wdg.; 0,5 CuLS; 9 mm lang
L_5: 5 Wdg.; 0,2 CuLS über L_4

Tafel 8: Wickeldaten für den KW-Klein-Doppelsuperhet

1. **1630-kHz-Filter** (Görler-Filter-Körper)
   L10 = 87µH; 71 Wdg., 30×0,05 in 3 Kammern
   L11 = 87µH; wie oben
   C14 = C22 = 100 pF
2. **130-kHz-Filter** (Görler-Filter-Körper)
   L14 = 8,7µH; 775 Wdg., 0,15 CuL in 4 Kammern
   L15 = 8,7µH; wie L14
   L16 = 60 Wdg., 0,1 CuL über kaltes Ende von L14
   C28 = C29 = 160 pF
3. **2. Oszillator** – 1500 kHz – (V 311-Körper)
   L13 = 56µH; 43 Wdg., 0,2 CuLSS in 3 Kammern
   L12 = 10 Wdg., 0,2 CuLSS in 4 Kammern
   C25 = 160 pF Tempa S + 30 pF Condensa F
4. **Ausgangstransformator**
   Kern M 42 mit Luftspalt 0,5 mm
   primär: 3600 Wdg.; 0,12 CuL
   sekundär I: 1800 Wdg.; 0,1 CuL
   sekundär II: 90 Wdg.; 0,3 CuL

Tafel 9: Wickeldaten für Konverter mit drei durchgehenden Bereichen

Bereich	L_1 neben L_2	L_2	L_3 über L_4	L_4
I. 3,4 — 7,5 MHz	7 Wdg. 0,2 CuLS	30 Wdg. 0,25 CuLS; 11 mm lang	5 Wdg. 0,2 CuLS	21 Wdg. 0,25 CuLS; 10 mm lang
II. 7,0 — 15,5 MHz	5 Wdg. 0,2 CuLS	14 Wdg. 0,5 CuLS; 10 mm lang	4 Wdg. 0,2 CuLS	11 Wdg. 0,4 CuLS; 8mm lang
III. 14 — 31,0 MHz	2 Wdg. 0,2 CuLS	6 Wdg. 0,6 CuLS; 8 mm lang	5 Wdg. 0,2 CuLS	6 Wdg. 0,6 CuLS; 10 mm lang

Literatur:

„funkamateur", Heft 6/57, S. 4–8

„funkamateur", Heft 11/57, S. 4–6

„funkamateur", Heft 7/58, S. 16

„Radio und Fernsehen", Heft 23/57, S. 738

Autorenkollektiv „Amateurfunk", 1. Aufl., S. 119 ff., S. 174 ff.

Springstein, Kurzwellen-Empfängertechnik 1952

„Funktechnik", Heft 20/55, S. 590

„Funktechnik", Heft 6/56, S. 154

Andrae, Der Weg zur Kurzwelle
(Der praktische Funkamateur, Bd. 1)

INHALTSVERZEICHNIS

Redaktionsschluß: 14. Mai 1959

Herausgegeben vom Verlag Sport und Technik, Neuenhagen bei Berlin

 · Gedruckt in der Deutschen Demokratischen Republik

Lizenz-Nr.: 535/36/59 5/I 1406

Preis 1,90 DM